VISIT…

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО ПО РЕМОНТУ РАКЕТНО-АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

ЧАСТЬ 2

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО
ПО РЕМОНТУ РАКЕТНО-АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

ЧАСТЬ 2

РЕМОНТ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

Ордена Трудового Красного Знамени
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СССР
МОСКВА 1983

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее Общее руководство по ремонту ракетно-артиллерийского вооружения* является общим ремонтным документом, требования которого распространяются на все ракетно-артиллерийское вооружение, подлежащее ремонту в ремонтных органах частей, соединений и объединений в мирное и в военное время.

Общее руководство вместе с частными руководствами по ремонту и эксплуатационной документацией конкретных образцов вооружения содержит все виды работ и методику их выполнения, предусмотренные при ремонте вооружения.

Общее руководство состоит из следующих частей:

Часть 1. Общая часть.

Часть 2. Ремонт радиотехнического вооружения.

Часть 3. Ремонт артиллерийских орудий, стрелкового оружия и средств ближнего боя.

Часть 4. Ремонт артиллерийских оптических и электронно-оптических приборов.

При ремонте радиотехнического вооружения руководствоваться указаниями, данными в части 1 настоящего Общего руководства.

Настоящая часть Общего руководства состоит из двенадцати разделов и приложений.

В разд. 1 изложены общие вопросы методики проверки и регулировки, выбора приборов и подключения их к схемам. В остальных разделах изложена методика проверки, отыскания неисправностей, настройки и регулировки передающих, приемных, индикаторных и питающих устройств, антенно-фидерных и синхронно-следящих систем, систем защиты от помех и телевизионно-оптических визиров, а также комплексной настройки станции.

В приложениях приведены справочные данные, необходимые при ремонте радиотехнического вооружения.

Материал, изложенный в настоящей части Общего руководства, может быть использован при ремонте блоков и пультов различных видов вооружения.

---

* В дальнейшем именуется Общее руководство.

Общее руководство издания 1972 года до израсходования тиража разрешается использовать при ремонте вооружения наряду с настоящим Общим руководством.

В настоящей части Общего руководства приняты следующие сокращения:

АВС — антенно-волноводная система;
АФС — антенно-фидерная система;
АПЧ — автоматическая подстройка частоты;
АРУ — автоматическая регулировка усиления;
ВАРУ — временная автоматическая регулировка усиления;
ГОН — генератор опорных напряжений;
ГСВ — генератор сигналов высокочастотный;
ГСН — генератор сигналов низкочастотный;
ИЭ — инструкция по эксплуатации;
КСВ — коэффициент стоячей волны;
ЛБВ — лампа бегущей волны;
МАРУ — мгновенная автоматическая регулировка усиления;
РРУ — ручная регулировка усиления;
РТМ — радиотехническая маскировка;
РТС — радиотехническая станция;
РИП — радиолокационный испытательный прибор;
РПЧ — ручная подстройка частоты;
СВЧ — сверхвысокая частота;
СПЦ — селекция подвижных целей;
СУА — система управления антенной;
ТО — техническое описание;
ТОВ — телевизионно-оптический визир;
УПЧ — усилитель промежуточной частоты;
УМЧ — усилитель модулирующей частоты;
УПТ — усилитель постоянного тока;
ЭМП — эквивалент местных предметов;
ЭВМ — электронная вычислительная машина;
ЭМУ — электромашинный усилитель.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕМОНТУ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая часть Общего руководства предназначена для использования в мирное и в военное время при ремонте радиотехнического вооружения в процессе его эксплуатации личным составом расчетов (отделений, экипажей), подразделениями регламентно-настроечных работ, ремонтными органами частей и соединений на пунктах (площадках) технического обслуживания и ремонта, на местах стоянки вооружения или выхода его из строя, а также силами и средствами подвижных ремонтных органов объединений.

При проведении ремонта используется технологическое оборудование, приборы, приспособления и инструмент штатных ремонтных органов частей, соединений, объединений и подразделений регламентно-настроечных работ, одиночный и групповой комплекты ЗИП, расходные материалы согласно нормам годового отпуска, а также запасные части согласно нормам расхода, установленным для ремонтных органов объединений.

Возможность ремонта образца вооружения личным составом расчетов (отделений, экипажей), подразделениями регламентно-настроечных работ, ремонтными органами частей, соединений или объединений определяется исходя из объема ремонта образца, наличия запасных частей, оборудования и специалистов для проведения ремонта, а также временем, в течение которого может выполняться ремонт конкретного образца вооружения.

Перечни оборудования, приборов, инструмента, специнструмента и приспособлений, необходимых при ремонте, приводятся в настоящем Общем руководстве, эксплуатационной документации и частных руководствах по ремонту конкретных образцов радиотехнического вооружения. Разрешается также применять приспособления и инструмент, разработанные по предложениям личного состава ремонтных органов, если они повышают производительность труда, облегчают труд работающих и обеспечивают требуемое качество выполняемых работ.

Испытательная и проверочная аппаратура, измерительные приборы и инструмент, используемые при ремонте, должны быть исправными.

При проведении ремонта в военное время допускается:

устранять только те неисправности, которые влияют на боеспособность образца вооружения;

не устранять повреждения (вмятины, изгибы и т. п.), не влияющие на безотказность работы образца и не препятствующие работе расчета, а также нарушения лакокрасочных, химических и гальванических покрытий;

не заменять уплотнительные соединения, если они обеспечивают герметичность.

В отдельных случаях в военное время допускается с разрешения соответствующего начальника службы РАВ восстановление радиотехнического вооружения путем перестановки (перекомплектации) исправных составных частей с поврежденных образцов вооружения, восстановление которых невозможно или в сложившихся условиях нецелесообразно.

В настоящем разделе приводятся общие указания по сборке схем проверок при отыскании неисправностей, способы и порядок измерения (общие для ряда последующих разделов), способы регулировки напряжений и ряд других общих вопросов, которые необходимо знать при ремонте радиоаппаратуры.

При выполнении работ по устранению неисправностей, проверке, настройке и регулировке блоков, систем и станции в целом необходимо знать и строго выполнять указания по мерам безопасности, изложенные в настоящем Общем руководстве по ремонту ракетно-артиллерийского вооружения, часть 1, а также в ИЭ на ремонтируемую станцию.

В настоящей части Общего руководства приводится несколько методов и схем проверок параметров и даны указания, в каких случаях какой метод надо применять в зависимости от конкретных условий.

Проверку и настройку образцов радиотехнического вооружения проводить при строгом выполнении мер противодействия радиотехнической и электронной разведке иностранных государств. Меры противодействия по конкретным образцам изложены в действующих приказах и инструкциях.

Составные части вооружения (блоки и субблоки), при настройке которых излучается энергия СВЧ колебаний в окружающее пространство, необходимо настраивать в кабинах изделий или в экранированных помещениях.

Требования к экранированному помещению изложены в приложении 3 настоящей части Общего руководства.

Настройку образцов радиотехнического вооружения в сборе (в необходимых случаях) проводить при работе на эквиваленты, обеспечивающие ослабление излучаемых сигналов до требований, указанных в действующих приказах, директивах и частных инструкциях по радиотехнической маскировке.

1.2. УКАЗАНИЯ ПО СБОРКЕ СХЕМ ПРОВЕРОК

В настоящей части Общего руководства приведены схемы проверки блоков непосредственно в станции и на рабочем месте (вне станции). Схему проверки надо выбирать исходя из конкретных условий. Сборка схем вне станции необходима в тех случаях, когда невозможно определить место неисправности блока из-за наличия неисправностей в других блоках, функционально связанных с проверяемым блоком (например, блок запуска, блок питания и др.), а также в тех случаях, когда требуется проверка отремонтированного блока по основным техническим требованиям. При сборке схем использовать провода и кабели из комплекта электро- и радиоизмерительных приборов.

Приборы и блоки, используемые в схемах, должны быть заземлены. Расположение приборов должно обеспечивать удобство проверки параметров. Источники питания, регуляторы напряжения, вспомогательные приборы и эквиваленты нагрузок рекомендуется устанавливать под верстаком, если в процессе работы не требуется частый доступ к их органам управления.

Запрещается устанавливать измерительные приборы друг на друга во избежание их перегрева. Проверяемый блок, узел или прибор рекомендуется устанавливать на поворотное устройство, обеспечивающее доступ к монтажу и органам регулировки.

Применяемые для проверки блоки должны быть отремонтированы и проверены в первую очередь.

Подключаемые к измерительным цепям высокочастотные приборы должны быть согласованы по волновому сопротивлению с помощью переходных и согласующих устройств и трансформаторов полных сопротивлений.

Проверку блоков выполнять при напряжениях питания, указанных в ИЭ. Напряжения питания регулировать, как указано в подразд. 1.10 настоящей части Общего руководства. Если напряжение сети непрерывно изменяется, то на входе регулятора напряжения необходимо установить феррорезонансный стабилизатор.

Во время проверки и настройки блоков нельзя снимать экраны ламп и экранирующие крышки, так как при этом будут допущены ошибки измерений или неправильно будет выполнена настройка.

1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ИЗМЕРЕНИЙ

Применяемая измерительная аппаратура должна быть исправной и иметь действительный срок годности для применения, установленный органами надзора за мерами и измерительными приборами. Сроки, в течение которых прибор считается пригодным для пользования (после его поверки), указываются в действующем положении о надзоре за измерительными приборами в Советской Армии и Военно-Морском Флоте и в других действующих приказах.

При проведении обязательных поверок необходимо руководствоваться действующими инструкциями Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР или поверочными инструкциями и методическими указаниями Министерства обороны СССР.

Между сроками обязательных поверок в зависимости от интенсивности эксплуатации измерительная аппаратура может подвергаться по усмотрению командира части периодической поверке.

Если в процессе эксплуатации производится ремонт измерительной аппаратуры с нарушением на ней поверительного клейма, то такая аппаратура должна быть подвергнута внеочередной (обязательной) поверке.

Допустить к эксплуатации измерительную аппаратуру после ремонта (даже если она не требует государственной обязательной поверки) можно только после поверки ее в органах надзора за мерами и измерительными приборами.

Результаты обязательной поверки вносятся в формуляры аппаратуры с отметкой даты поверки и заверяются подписью поверяющего с наложением оттиска клейма. При проверке на функционирование ставится подпись поверителя и дата проверки.

Стрелочные измерительные приборы должны выбираться в соответствии с рабочим диапазоном частот с такими пределами измерений, чтобы измеряемые величины находились в пределах последней третьей части шкалы.

Класс точности и предел измерения электроизмерительных приборов и погрешность измерения радиоизмерительных приборов, если нет указаний в настоящем Общем руководстве или ИЭ, выбирать, руководствуясь следующими требованиями:

погрешность измерительного прибора должна быть в 3—5 раз меньше, чем допускаемое отклонение измеряемого параметра;

если контролируется параметр, для которого не установлено допустимое отклонение, то электроизмерительный прибор может иметь класс точности 4,0, а радиоизмерительный прибор — погрешность измерения не более 10%;

верхний предел шкалы измерительного прибора не должен превышать 125% верхнего значения измеряемой величины.

Например, необходимо выбрать вольтметр для проверки напряжения 220^{+20}_{-15} В. Допустимое отклонение от номинальной величины составляет $(20:220)\cdot 100\% = 9{,}1\%$. Следовательно, погрешность вольтметра должна быть не более 3,33%.

При выборе контрольных измерительных приборов для поверки измерительных приборов, встроенных в ремонтируемое изделие, руководствоваться соответствующими инструкциями на поверку встроенного прибора.

Классификация измерительных приборов приведена в приложении 1, диаграмма их частотных диапазонов — в приложении 2.

1.4. ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ

1.4.1. Общие сведения

Напряжения в цепях постоянного и переменного тока, как правило, измеряют вольтметрами.

При выборе вольтметра необходимо учитывать, что ошибки измерения, обусловленные погрешностью измерительного прибора, не должны превышать погрешностей, указанных в методиках проверки конкретных параметров настоящего Общего руководства, ИЭ и частных руководствах по ремонту.

Погрешность измерения, вносимая шунтирующим действием прибора (методическая ошибка, обусловленная тем, что в силу влияния шунтирующего действия прибора он дает заниженные показания), не должна превышать допустимого значения. Слово «методическая» показывает, что появление таких ошибок зависит от методов измерения при выбранном типе прибора. При несоответствии выбранного типа прибора методу измерения показания прибора будут соответствовать измененному режиму работы схемы, а не тому, в котором она работала до подключения прибора.

Поэтому при выборе прибора всегда надо стремиться к тому, чтобы шунтирующее действие его не вызывало погрешности измерения.

В практике измерений допустимо отступление от этого общего правила, если для конкретной схемы имеется таблица или карта напряжений, при составлении которой использовался прибор, шунтирующий схему. В этом случае напряжение необходимо измерять прибором указанного типа и на тех пределах измерения, для которых составлена таблица. Если пользоваться прибором с более высоким входным сопротивлением, который практически не шунтирует схему, то можно получить более точные результаты измерений, но часто не совпадающие с указанными в таблице.

1.4.2. Определение поправок при измерении напряжений

В практике измерений могут быть случаи, когда нет высокоомного вольтметра, которым рекомендуется измерять напряжение. В этих случаях можно измерять напряжение имеющимся вольтметром и затем, определив поправку, прибавить ее к показаниям вольтметра, чтобы получить истинное значение измеряемого напряжения.

Для определения поправки необходимо знать входное сопротивление вольтметра на данном пределе измерения.

Поправка определяется следующим образом:

измерить напряжение вольтметром, подключив его к измеряемой цепи, и записать значение $U_{изм}$;

зашунтировать вольтметр сопротивлением $r_ш$, равным входному сопротивлению вольтметра, и, снова подключив его к измеряемой цепи, измерить контрольное напряжение $U_к$;

если разница напряжений $U_{изм}$ и $U_к$ не превышает 6% $U_{изм}$, то поправку измерения определить по формуле

$$\Delta U \approx U_{изм} - U_к.$$

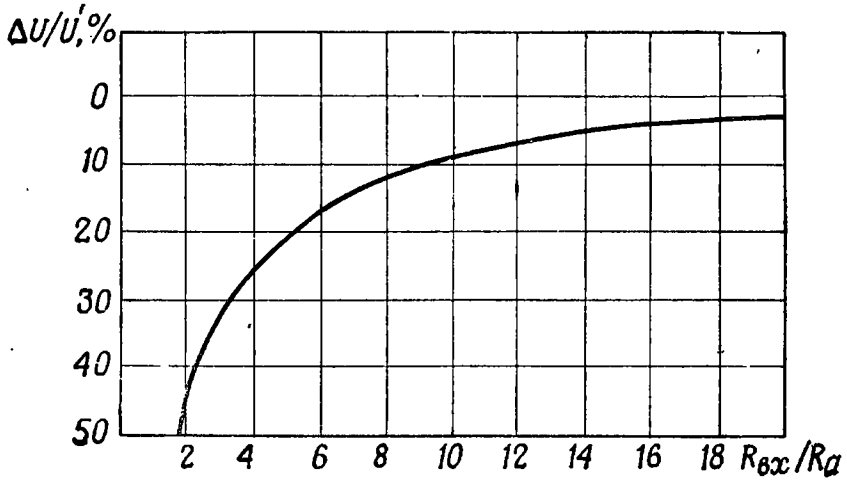


Рис. 1. Зависимость поправки напряжения от шунтирующего действия вольтметра

Приведенная формула дает несколько заниженные результаты, но достаточные для практических измерений. При наличии в приборе двукратных шкал можно вместо шунтирования прибора внешним сопротивлением повторить измерение на пределе в 2 раза меньшем. Для определения поправки в этом случае необходимо из показаний прибора на большем пределе измерения вычесть показания на меньшем пределе измерения. Для более точного измерения напряжения и в случае, если разница напряжений составляет больше 6% $U_{изм}$, поправку измерения определять по формуле

$$\Delta U = \frac{U_{изм} - U_к}{1 - 2\dfrac{U_{изм} - U_к}{U_{изм}}}.$$

Если $U_к$ в 2 раза меньше $U_{изм}$, то приведенная методика для определения поправки непригодна.

При измерении напряжения в анодных цепях и в цепях экранных сеток электронных ламп, когда величины входного сопротивления прибора и сопротивления нагрузки известны, для случая $R_{iп} \gg R_a$ величину поправки можно определить из графика рис. 1, где $R_{вх}$ — входное сопротивление прибора; R_a — сопротивление анодной нагрузки или нагрузки в цепи экранной сетки; $R_{iп}$ — сопротивление лампы для постоянного тока, определяемое как отношение величин $\frac{U_a}{I_a}\left(\frac{U_g}{I_g}\right)$, взятых из таблицы типового режима; ΔU — величина напряжения поправки; U' — измеренное напряжение.

Если в измеряемой цепи имеются нелинейные элементы (например, полупроводниковые приборы), то приведенные формулы допускают дополнительные погрешности.

Истинное значение напряжения определяется по формуле

$$U_{ист} = U_{изм} + \Delta U.$$

Для измерения напряжения в цепях питания (кроме высоковольтных цепей) можно использовать вольтметры, если входное сопротивление их на измеряемом пределе в 30—50 раз больше выходного сопротивления источников питания.

1.4.3. Измерение напряжений на электродах ламп и на выводах транзисторов

Напряжение на электродах ламп необходимо измерять при номинальном напряжении питания блока или станции в целом.

Рекомендуемая последовательность измерения напряжения на электродах ламп:

в цепи накала;

между анодом и корпусом;

между анодом и катодом (для ламп с подогревным катодом);

между экранирующей сеткой и корпусом;

между катодом и корпусом или управляющей сеткой и катодом (в зависимости от схемы) в целях проверки сеточного смещения;

между остальными электродами и корпусом.

Соблюдение такой последовательности позволит более правильно оценить результаты измерений. При другой последовательности измерений можно допустить ошибку в определении причины неисправности, так как несоответствие напряжения на данном электроде лампы может быть вызвано отсутствием или несоответствием напряжения на других электродах лампы.

Отыскивать неисправность каскада рекомендуется после проверки на соответствие напряжения на всех электродах лампы, причем лампа должна быть заведомо исправной.

Если в таблице напряжений для данного блока не указан тип или входное сопротивление прибора, которым необходимо выполнять измерения, то при измерении напряжений нужно руководствоваться следующим:

напряжение на управляющей сетке относительно шасси измерять электронным вольтметром с низким пределом измерения;

напряжение на экранирующей сетке и на аноде можно измерять прибором с током полного отклонения стрелки, равным 50—150 мкА; предел измерения при этом выбирается в 2—4 раза больший, чем измеряемое напряжение; это условие не распространяется на усилители, работающие в режиме микротоков; в таких усилителях напряжение на экранирующих сетках измерять электронным вольтметром;

напряжение на сопротивлении в цепи катода можно измерять прибором с током полного отклонения стрелки не более 200 мкА.

Во всех остальных случаях необходимо выбирать такой прибор, у которого входное сопротивление не менее чем в 30 раз превышает сопротивление измеряемой цепи.

При измерении напряжений вольтметр подключать таким образом, чтобы он показывал истинную величину измеряемого напряжения и по возможности меньше влиял на режим работы измеряемого каскада.

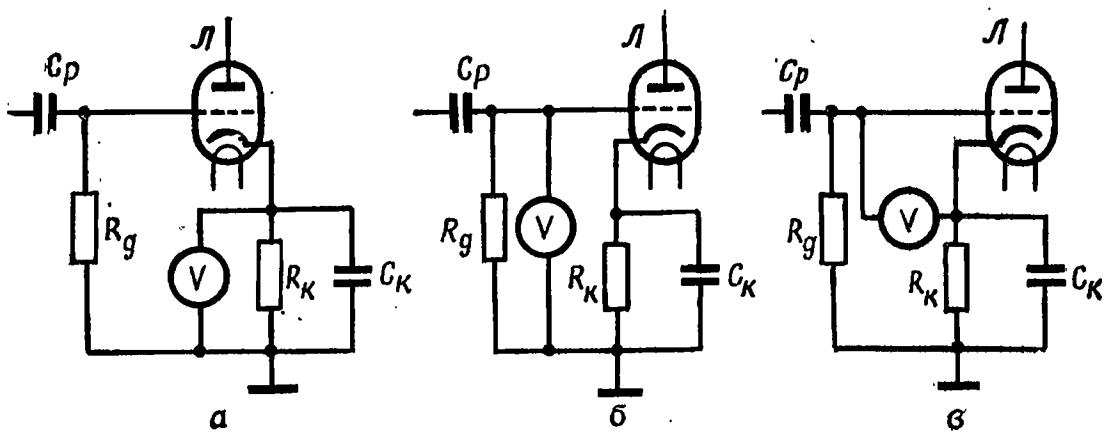


Рис. 2. Примеры правильного и неправильного подключения вольтметра магнитоэлектрической системы к проверяемой схеме:
а — правильное подключение; *б* и *в* — неправильное подключение

На рис. 2, *а* показан пример правильного подключения вольтметра для измерения напряжения смещения. Вольтметр показывает действительное значение напряжения смещения; поскольку входное сопротивление прибора в десятки раз больше сопротивления резистора $R_к$, то шунтирующим действием прибора можно пренебречь.

На рис. 2, *б* показан пример неправильного подключения вольтметра при измерении сеточного смещения. В этом случае вольтметр ничего не покажет, поскольку измеряемая цепь ($R_к$, $C_к$) отделена от вольтметра участком сетка — катод лампы данного каскада.

На рис. 2, *в* приведен второй пример неправильного подключения магнитоэлектрического вольтметра для измерения сеточного смещения. Ввиду того что сопротивление резистора R_g может быть в несколько раз больше входного сопротивления вольтметра, то почти все напряжение цепи будет падать на резисторе R_g; следовательно, результаты показания вольтметра в этом случае будут совершенно неверными.

На рис. 3, *а* электронный вольтметр измеряет все напряжение смещения, подведенное к участку сетка — катод лампы.

На рис. 3, *б* приведен пример неправильного подключения электронного вольтметра для измерения напряжения смещения. В этом случае вольтметр ничего не покажет, поскольку смещение

на сетку подается с резистора $R_к$, удаленного от вольтметра участком сетка — катод.

На рис. 3, *в* приведен пример правильного подключения вольтметра для измерения напряжения смещения, обусловленного токами управляющей сетки.

При измерении напряжений на выводах маломощных транзисторов соблюдать следующие условия:

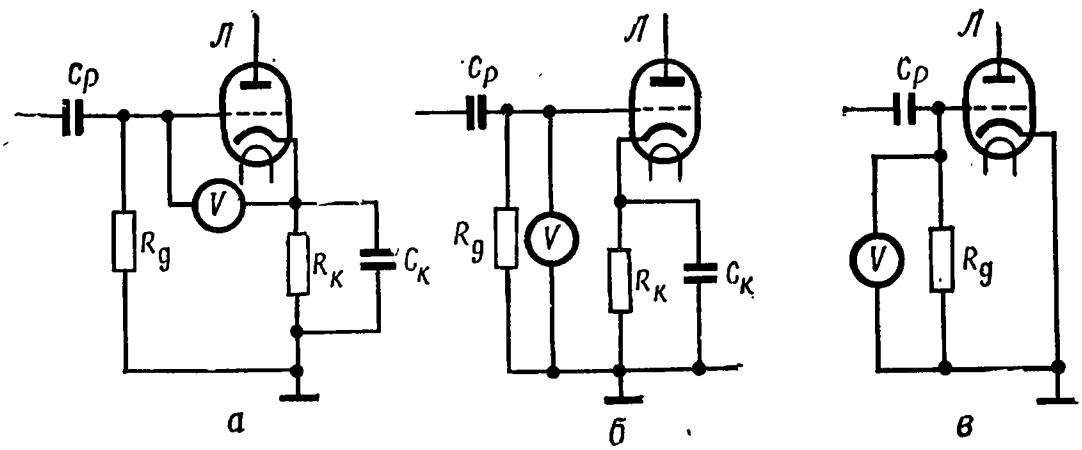


Рис. 3. Примеры правильного и неправильного подключения электронного вольтметра при измерении сеточного смещения:
а и *в* — правильное подключение; *б* — неправильное подключение

в цепях эмиттера в схеме с заземленным коллектором и в цепях коллектора в схеме с заземленным эмиттером напряжение измерять вольтметром, имеющим в 30—50 раз большее входное сопротивление, чем сопротивление нагрузки;

в цепи базы напряжение измерять электронным вольтметром или вольтметром, имеющим в 100—200 раз большее входное сопротивление, чем сопротивление резистора, установленного в цепи база — шасси, а при отсутствии этого резистора — больше сопротивления резистора, соединяющего базу с цепью смещения (минус источника питания).

1.4.4. Измерение напряжений высокой частоты

При измерении напряжений переменного тока высокой частоты можно пользоваться приборами, которые удовлетворяют следующим основным требованиям:

частота напряжения должна быть в пределах частотного диапазона прибора;

входное сопротивление прибора и собственная емкость на измеряемой частоте не должны вызывать рассогласования каскадов, в которых измеряется напряжение. В качестве примера на рис. 4 и 5 приведены графики зависимости входного сопротивления некоторых приборов от частоты, которые наглядно показывают его изменение.

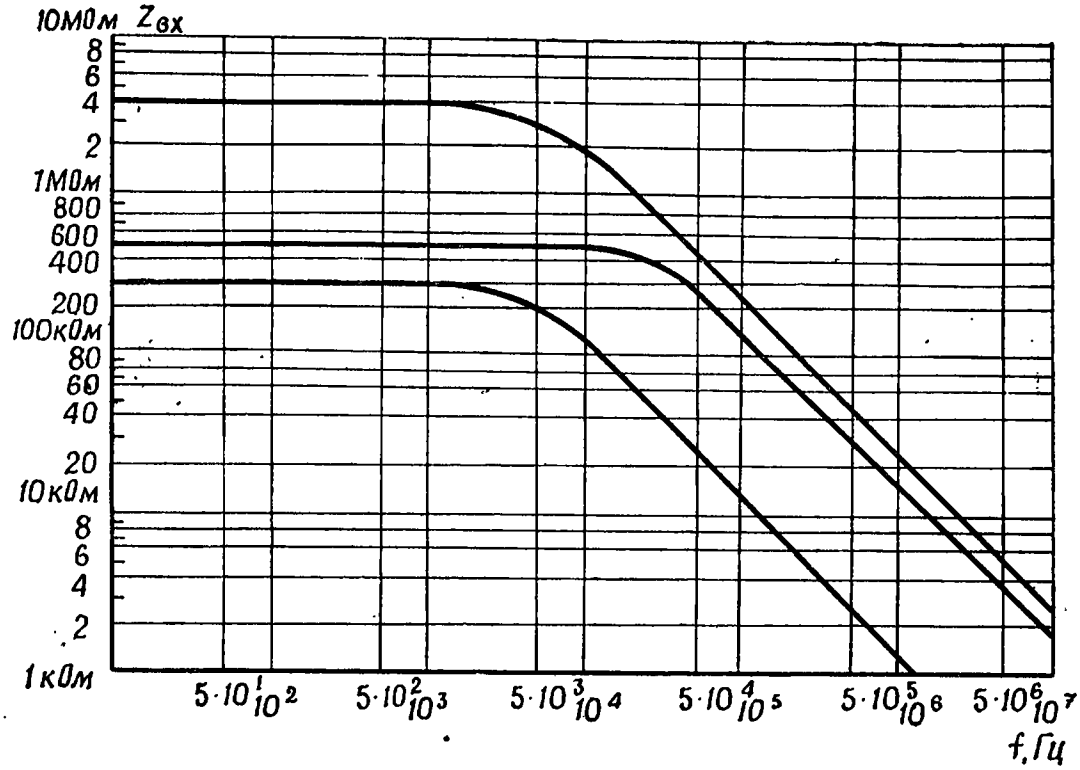


Рис. 4. График зависимости входного сопротивления электронных вольтметров от частоты

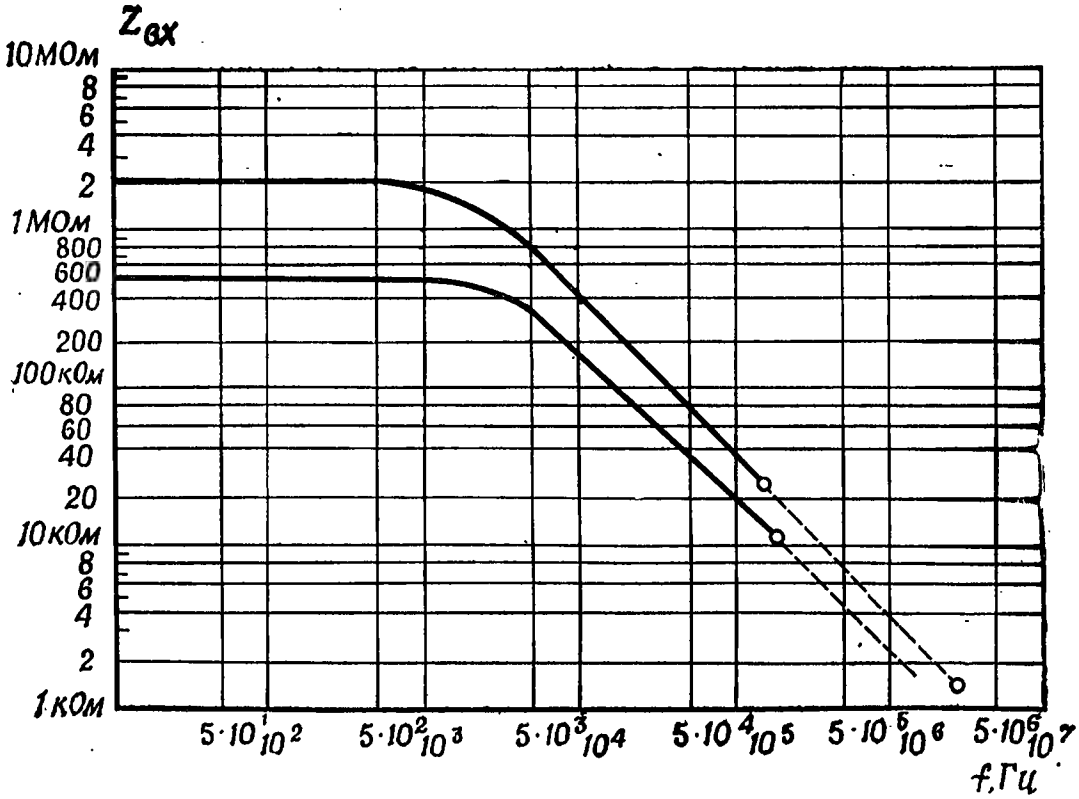


Рис. 5. График зависимости входного сопротивления осциллографов от частоты

Необходимо помнить, что высокочастотные электронные вольтметры имеют обычно две сменные измерительные головки: одна — для измерения низких частот, другая — для измерения высоких частот. В связи с этим необходимо перед измерением устанавливать соответствующую измерительную головку.

На частотах около $3 \cdot 10^7$ Гц и выше начинает сказываться индуктивность вводов прибора. Кроме того, индуктивности и емкости в приборе могут создавать резонансные системы, которые приводят к перераспределению напряжений и токов и делают измерение невозможным. Поэтому **категорически запрещено** удлинять (напаивать) выводы высокочастотных измерительных головок. Это является одной из причин того, что при частотах выше 10^9—10^{10} Гц измерение напряжения заменяется измерением мощности. К числу систем, пригодных для работы при высокой частоте, относятся: термоэлектрическая; тепловая; электронная; выпрямительная; электростатическая.

При измерении напряжения высокой частоты с помощью вольтметров электростатической системы необходимо использовать соединительные провода такой длины, которая не влияет на показание прибора и на режим работы схемы. Указание о подключении вольтметров электростатической системы приведено в технической документации, приложенной к прибору.

При измерении напряжения переменного тока необходимо убедиться, в каких значениях проградуирована шкала вольтметра и какие значения приведены в документации на аппаратуру, напряжение в которой измеряется.

Переменное напряжение может выражаться в эффективных, амплитудных (пиковых) и в средних значениях величин. Амплитудное (пиковое) значение U_m — наибольшее по абсолютной величине из мгновенных значений за период или полупериод, если форма напряжения несимметрична относительно нулевого значения; U — среднеквадратичная величина за период; $U_{ср}$ — среднее арифметическое значение мгновенных значений за полупериод.

Между этими напряжениями для синусоидальных колебаний существует следующая зависимость:

$$U_m = 1{,}41U;$$
$$U_{ср} = 0{,}9U.$$

Вольтметры переменного тока всегда градуируются на синусоидальном напряжении.

Детекторные вольтметры, как правило, дают показания, соответствующие среднему значению синусоидального напряжения, а электронные вольтметры отградуированы обычно в эффективных значениях.

Переменное напряжение в цепях, где имеется постоянное напряжение (например, в анодных цепях радиоламп), измерять только через разделительные конденсаторы или применять электронные вольтметры с закрытым входом.

1.4.5. Измерение напряжений низкой частоты

В низковольтных цепях переменного тока измерение небольших и средних напряжений (10^{-2}—$5 \cdot 10^2$ В) производится приборами непосредственной оценки различных систем.

Выбор системы определяется предельным значением измеряемой величины, точностью, условиями измерений и свойствами системы.

Для низкой и средней точностей измерений рекомендуется применять приборы электромагнитной системы с классом точности 1,5—2,5. Если при измерении напряжений шунтирующее влияние измерительных цепей должно быть мало, то применяются электростатические вольтметры и вольтметры детекторной системы.

1.4.6. Измерение напряжений накала электровакуумных приборов

Напряжение накала ЭВП измерять непосредственно на выводах ламповых панелей вольтметром переменного тока класса точности не хуже 1,5. При измерении напряжения накала кенотронов, газотронов, тиратронов, электронно-лучевых трубок и ряда других электровакуумных приборов, где согласно схеме катод по отношению к корпусу находится под высоким напряжением, подключаемый вольтметр необходимо изолировать от корпуса и строго соблюдать правила техники безопасности при работе с высоким напряжением.

Допустимое отклонение напряжения накала от номинальной величины указывается для конкретных типов ламп в таблицах напряжений. Если это отклонение не указано, то его, как правило, принимают равным $\pm 5\%$.

1.5. ИЗМЕРЕНИЕ ТОКОВ

1.5.1. Измерение токов высокой частоты

Измерение токов высокой частоты представляет значительные трудности, как и измерение напряжения. Поэтому требования, предъявляемые к приборам для измерения токов высокой частоты, и типы их систем аналогичны требованиям, предъявляемым к приборам для измерения напряжений.

При измерениях в цепях высокой частоты следует стремиться к тому, чтобы прибор находился под потенциалом, близким к потенциалу земли, в противном случае неизбежны погрешности измерений из-за влияния токов утечки.

На рис. 6 дана неправильная схема включения термоэлектрического амперметра в цепь. При напряжении источника питания 100 В, частоте 10^8 Гц и входных емкостях 1 пФ ток, идущий через каждую из емкостей, будет равен примерно 60 мА. Следова-

тельно, ток амперметра будет на 60 мА меньше тока источника питания и на такую же величину больше тока в нагрузке.

Если включить тот же амперметр между точками 1′ и 2′, то вследствие ничтожной разности потенциалов между точками

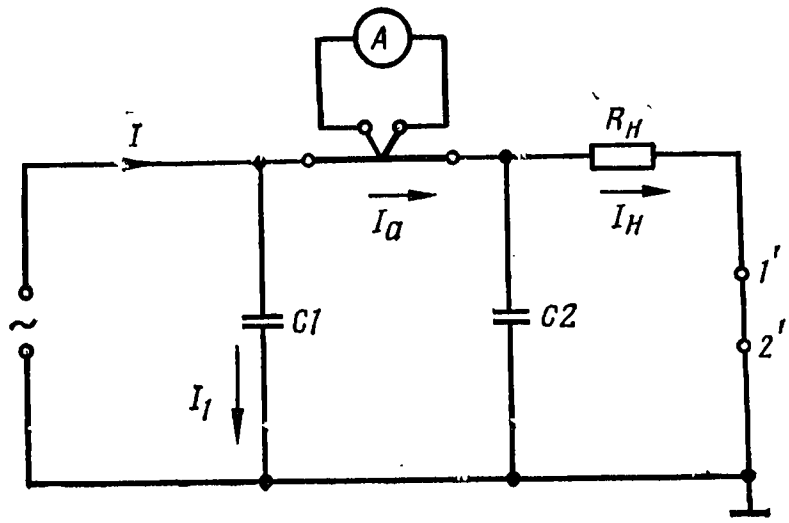


Рис. 6. Неправильная схема включения термоэлектрического амперметра

включения и землей токи через входные емкости проходить не будут.

Если нельзя включить прибор в участок с низким потенциалом относительно земли, то для уменьшения погрешности можно прибор поместить в металлический экран. При соединении экра-

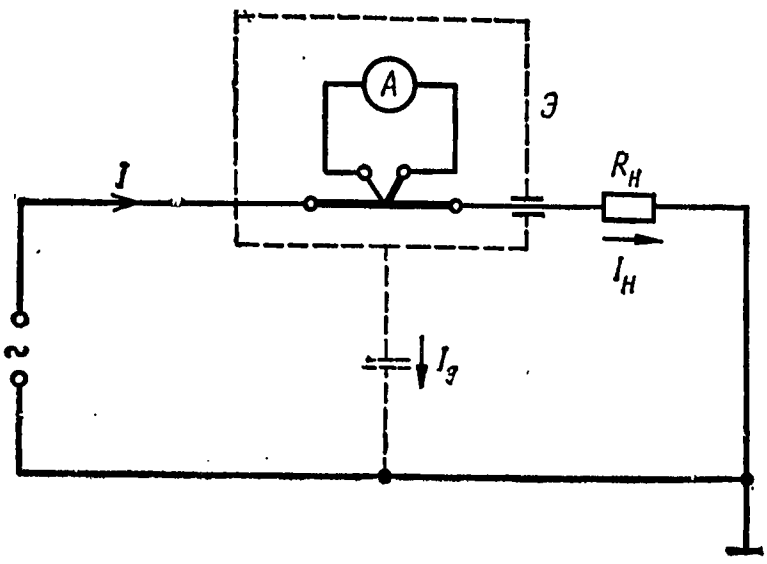


Рис. 7. Схема включения термоэлектрического амперметра, при которой в приборе и в нагрузке будет протекать одинаковый ток

на с одним из зажимов прибора разность потенциалов между прибором и экраном будет равна нулю. Поэтому при соединении по схеме (рис. 7) в приборе и нагрузке будет протекать один и тот же ток, а при соединении по схеме (рис. 8) одинаковый ток будет протекать в приборе и в источнике питания.

Величину тока в импульсе рекомендуется определять измерением падения напряжения на известном сопротивлении, так как измерить импульс напряжения легче, чем импульс тока.

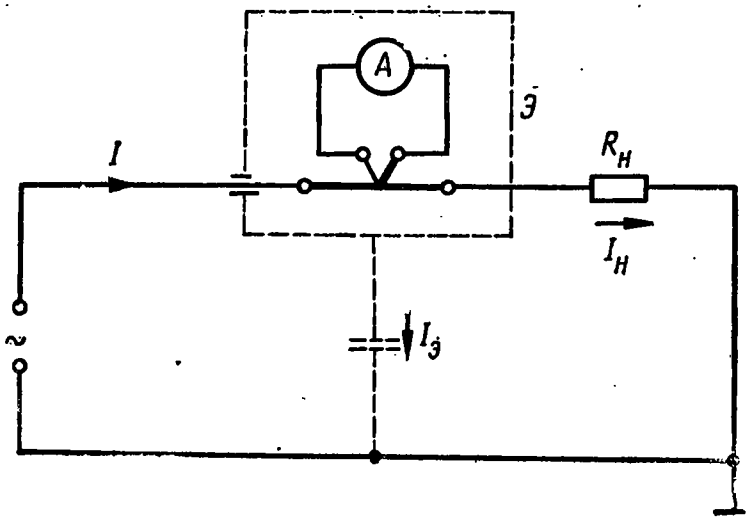


Рис. 8. Схема включения термоэлектрического амперметра, при которой в приборе и в источнике питания будет протекать одинаковый ток

1.5.2. Измерение токов в цепях питания и токов звуковых частот с использованием комбинированных приборов

Измерение токов низкой частоты проводится при контроле накала электровакуумных приборов, при определении по методу амперметра-вольтметра мощности, потребляемой от сети переменного тока, и выходной мощности усилителей низкой частоты, при измерении токов холостого хода в цепях питания и в других случаях.

Токи низкой частоты можно измерять амперметрами (микроамперметрами) или комбинированными электроизмерительными приборами.

Прибор для измерения переменного тока выбирать по диапазону измеряемых частот. Использование прибора в диапазоне частот, отличном от его рабочего диапазона, вызывает погрешности измерения.

Измерение токов, потребляемых от сети, рекомендуется выполнять с помощью электроизмерительных клещей, поскольку на измерение затрачивается мало времени.

Для измерения больших токов обычно используют трансформаторы тока, которые предназначены для преобразования больших переменных токов в токи относительно малые, не превышающие обычно 5 А.

В цепях высокого напряжения с помощью трансформаторов тока измерительные приборы изолируются от проводов высокого напряжения. Таким образом, с одной стороны, достигается возможность использования низковольтных измерительных приборов, с другой — обеспечивается безопасность обслуживания измерительной установки.

Необходимо следить (исходя из принципа работы трансформатора тока), чтобы вторичная цепь работающего трансформатора была всегда замкнута на токовые обмотки измерительных приборов или накоротко.

1.6. ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Импульсная мощность на выходе передающего устройства должна соответствовать величине, указанной в формуляре; при этом импульсное напряжение на аноде генераторной лампы не должно превышать требуемой величины.

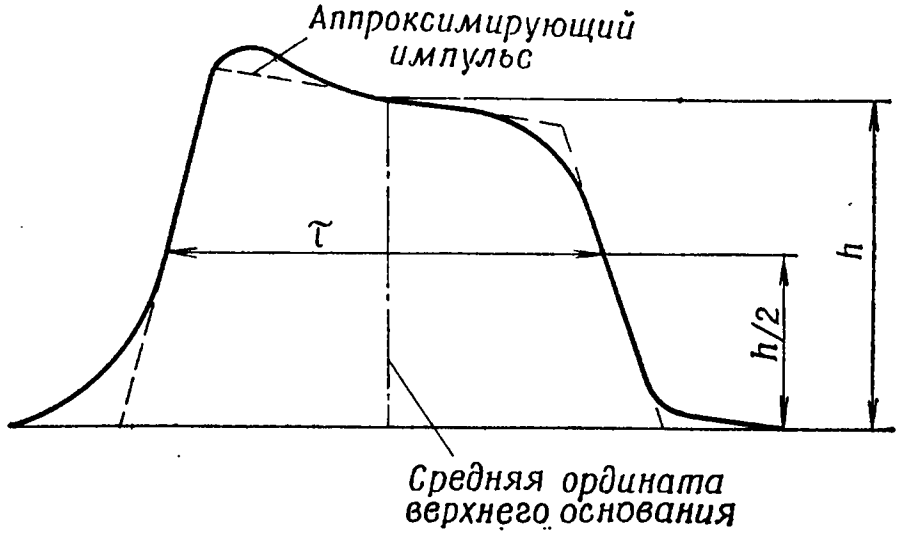


Рис. 9. Огибающая высокочастотного импульса (штрихами показан аппроксимирующий импульс)

Мощность измерять по встроенному прибору передающего устройства, блоком контроля мощности из комплекта станции или измерителем мощности, подключенным к разъему контроля мощности (к направленному ответвителю высокочастотного тракта).

По встроенному прибору или блоку контроля мощности из комплекта станции измеряемая мощность определяется в относительных единицах. Поэтому для определения истинного значения измеряемой мощности необходимо пользоваться придаваемыми к ним таблицами (графиками).

Измерители мощности показывают, как правило, среднее значение мощности $P_{ср}$. Импульсную мощность в этом случае можно определить по формуле

$$P_{имп} = \frac{P_{ср}}{F\tau},$$

где $P_{ср}$ — показание измерителя средней мощности, Вт;
F — частота следования импульсов передающего устройства, Гц;

τ — длительность огибающей высокочастотного импульса на уровне 0,5 средней ординаты верхнего основания аппроксимирующего импульса (рис. 9), с.

Если импульсная мощность генератора меньше требуемой величины, установить элемент связи с нагрузкой в положение максимальной мощности, заменить генераторную лампу. Импульсное напряжение на аноде генераторной лампы измерять импульсным вольтметром с емкостным делителем напряжения.

1.7. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСИЛЕНИЯ (ОСЛАБЛЕНИЯ) И МОЩНОСТИ

В радиотехнических устройствах применяются различные усилители и ослабители мощности и напряжения в виде антенн, волноводов, коаксиальных кабелей, обладающих потерями, и другие специальные ослабители.

Для оценки коэффициента усиления или ослабления принята специальная единица измерения — децибел.

Число децибелов можно определить по формуле

$$N = 10 \lg \frac{P_{вых}}{P_{вх}},$$

где N — число децибелов, на которое отличаются сравниваемые между собой мощности;

$\lg \frac{P_{вых}}{P_{вх}}$ — десятичный логарифм отношения сравниваемых мощностей.

Если усиление или ослабление характеризуется отношением напряжений или токов, число децибелов можно определить по формуле

$$N = 20 \lg \frac{I_{вых}}{I_{вх}} \text{ или } N = 20 \lg \frac{U_{вых}}{U_{вх}}.$$

Для перевода соответствующих отношений мощностей и напряжений или токов в децибелы и обратно можно воспользоваться графиками, приведенными на рис. 10 и 11.

Для удобства обозначения мощности в децибелах относительно уровня 1 мВт введена единица мощности — децибелмилливатт (дБмВт). Так, мощность на 25 дБ больше 1 мВт обозначается 25 дБмВт, а мощность на 25 дБ меньше 1 мВт — минус 25 дБмВт.

Для упрощения перехода от выражения мощности в децибелмилливаттах к ваттам (и наоборот) можно воспользоваться рис. 12.

Выражение мощности в децибелмилливаттах удобно при радиоизмерениях. Часто в измерительном приборе создается опорный уровень мощности 1 мВт. Между этим прибором и входом проверяемого устройства ставятся ослабители с известным ос-

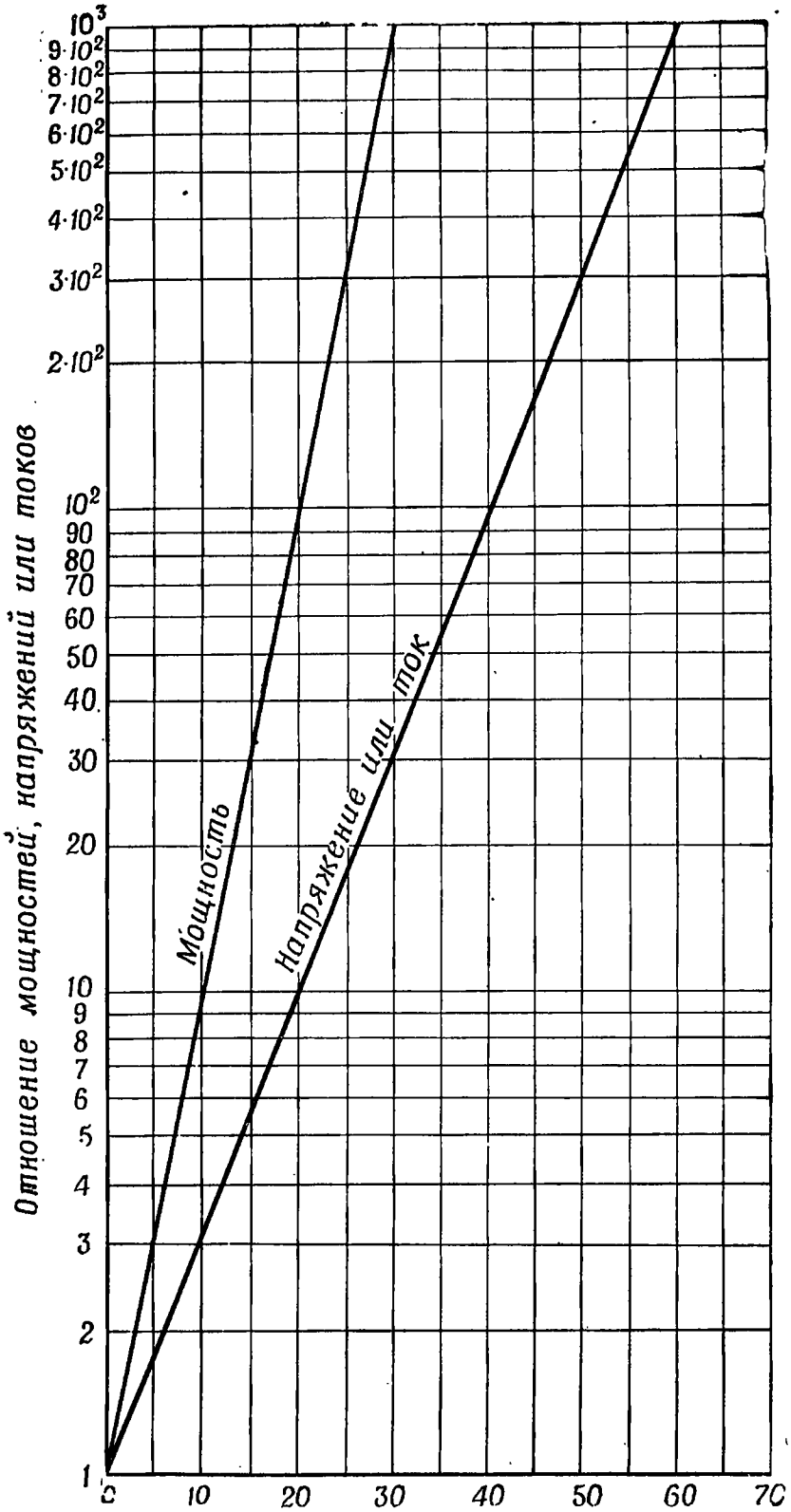


Рис. 10. График перевода отношения мощностей, напряжений или токов в децибелы

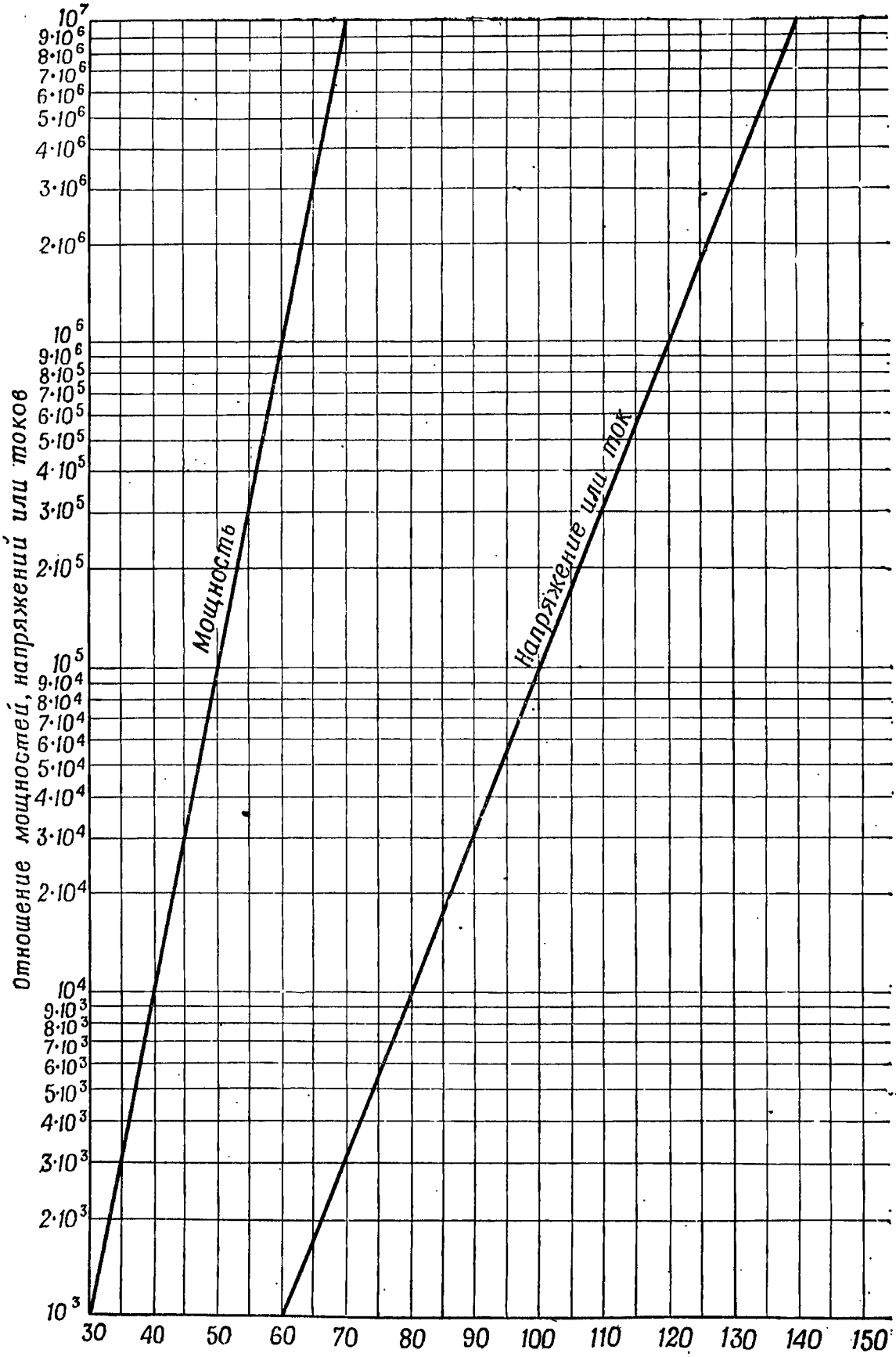


Рис. 11. График перевода отношений мощностей и напряжений или токов в децибелы

лаблением, выраженным в децибелах. В этом случае мощность на входе устройства в децибелмилливаттах равна ослаблению, выраженному в децибелах.

Мощности, выраженные в децибелмилливаттах, так же легко сравнить между собой, как и мощности, выраженные в ваттах. Например, мощность в 20 дБмВт меньше мощности в 30 дБмВт на 10 дБмВт.

Иногда за уровень сравнения берут мощность 10 мкВт. Соответствующие единицы мощности можно назвать децибелмикроваттами (дБмкВт).

Между дебицелмилливаттами и децибелмикроваттами существует следующая зависимость:

$$D_{\text{дБ мВт}} = D_{\text{дБ мкВт}} - 20.$$

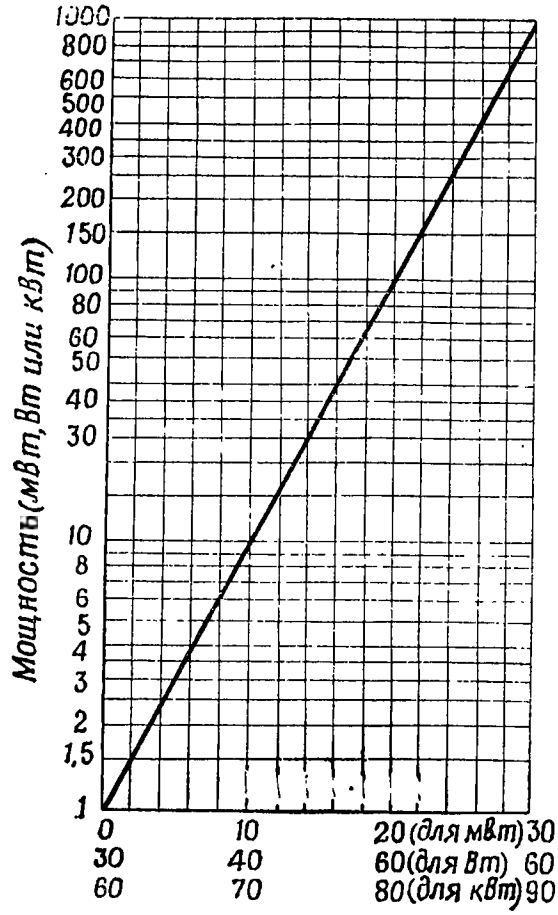


Рис. 12. График перевода мощности (в децибелваттах) в мощность (в ваттах)

1.8. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ЦЕПЕЙ БЛОКОВ

1.8.1. Измерение сопротивления цепей блока

В современной практике измеряют сопротивление от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{14}$ Ом. Сопротивление может быть измерено различными методами и средствами. По величине электрические сопротивления условно разделяют на малые (до 1 Ом), средние (от 1 до $1 \cdot 10^5$ Ом) и большие ($1 \cdot 10^5$ Ом и выше).

При измерении малых сопротивлений заметная погрешность может быть за счет соединительных проводов и контактов, сопротивление которых соизмеримо с измеряемым.

Если имеющиеся в наличии омметры не обеспечивают измерение малых сопротивлений, то их можно измерять методом амперметра-вольтметра. Метод амперметра-вольтметра обеспечивает точность результатов измерений, ограниченную классом точности применяемых приборов. Величина измеряемого сопротивления определяется по закону Ома.

При измерении больших сопротивлений заметную погрешность могут внести токи утечки, соизмеримые с током в измеряемом сопротивлении. Это обстоятельство нужно учитывать при выборе методов и средств измерений.

Сопротивление цепей, содержащих нелинейные (полупроводниковые) приборы, измерять, строго соблюдая полярность и предел измерения рекомендуемого прибора, поскольку при составлении таблиц сопротивлений, как правило, выбирают полярность, соответствующую направлению тока запирания полупроводникового элемента. Если полярность омметра не указана, то измерение выполнять при двух полярностях прибора и выбирать истинный результат.

Следует помнить, что в универсальных электроизмерительных приборах (ампервольтомметрах) плюс омметра при измерении сопротивлений выведен на клемму минус прибора.

Сопротивление цепей блоков, приборов и узлов измерять при соответствующих (указанных в таблицах сопротивлений) положениях переключателей и установке ручек переменных резисторов, от которых зависит результат измерения, в соответствующее положение.

Для блоков и приборов, которые при выдвижении из шкафа сохраняют электрическую связь с остальными блоками шкафа (имеют удлиненный кабель), сопротивление цепей измерять при отключении блока, если соединительный кабель имеет разъем.

1.8.2. Измерение сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции токоведущих цепей проверять мегаомметрами с рабочим напряжением, указанным для каждого конкретного случая, поскольку величина сопротивления изоляции нередко зависит от величины приложенного напряжения, вызывающего поляризацию диэлектрика.

Перед измерением сопротивления изоляции необходимо отпаять все резисторы, соединяющие измеряемую цепь с корпусом, и все конденсаторы, рабочее напряжение которых меньше рабочего напряжения мегаомметра.

Величина сопротивления изоляции указывается в ИЭ, ТО или частном руководстве по ремонту.

При измерении сопротивления изоляции в схемах с полупроводниковыми приборами последние необходимо отпаять от проверяемой цепи.

1.9. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСОВ

1.9.1. Общие сведения

Существует много приборов и методов для измерения параметров импульсных напряжений, но наиболее широкое применение для измерения параметров импульсов находит электронный

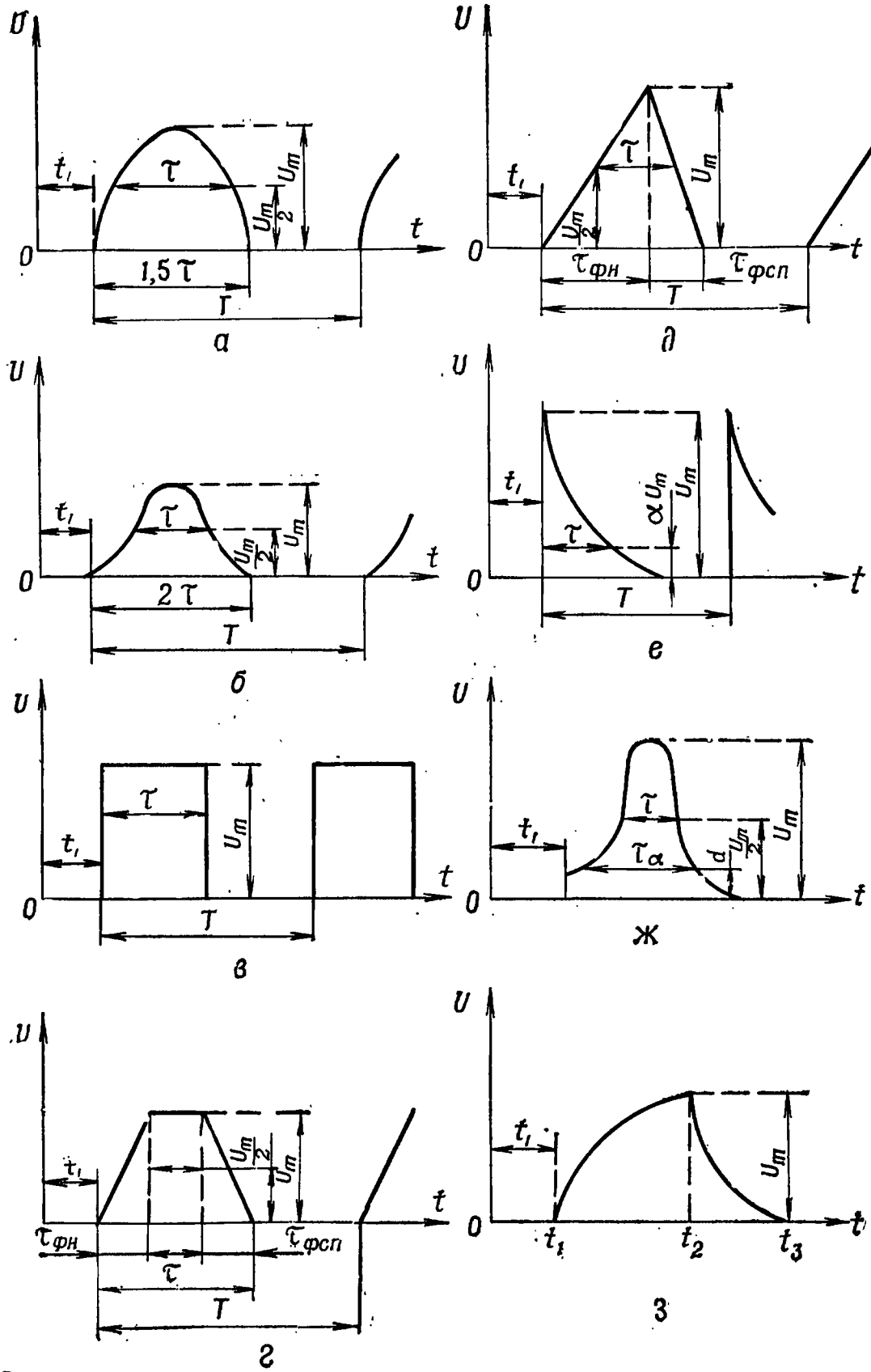


Рис. 13. Примерный вид осциллограмм импульсов и параметры импульсов:

а — синусоидальный импульс; *б* — синус-квадратиый импульс; *в* — прямоугольный импульс; *г* — трапецеидальный импульс; *д* — треугольный импульс; *е* — остроконечный импульс; *ж* — колоколообразный импульс; *з* — пилообразный импульс; $U_м$ — амплитуда нмпульса; T — период повторения импульса; $\tau_{фн}$ — длительность фронта нарастания (переднего фронта) импульса; $\tau_{фсп}$ — длительность спада импульса; t_1 — временной сдвиг импульса; d — уровень, равный 0,5—0,1 амплитудиого значения импульса

осциллограф, позволяющий визуально наблюдать осциллограммы импульсных напряжений.

В настоящем подразделе приводятся методы измерения параметров импульсов и даны рекомендации по их применению. В практике измерений для выбора метода необходимо прежде всего обращать внимание на требуемую точность измерения, после чего выбирается метод исходя из наличия соответствующих приборов.

В ряде случаев по тексту приводятся схемы несложных приспособлений, которые рекомендуется изготовить (в случае необходимости) силами войсковых мастерских.

При измерении параметров импульсов различной формы руководствоваться рис. 13, если нет особых указаний в таблицах осциллограмм.

1.9.2. Измерение длительности импульсов

Общие сведения

В зависимости от типа применяемого осциллографа и конкретных условий длительность импульсов можно измерить различными методами.

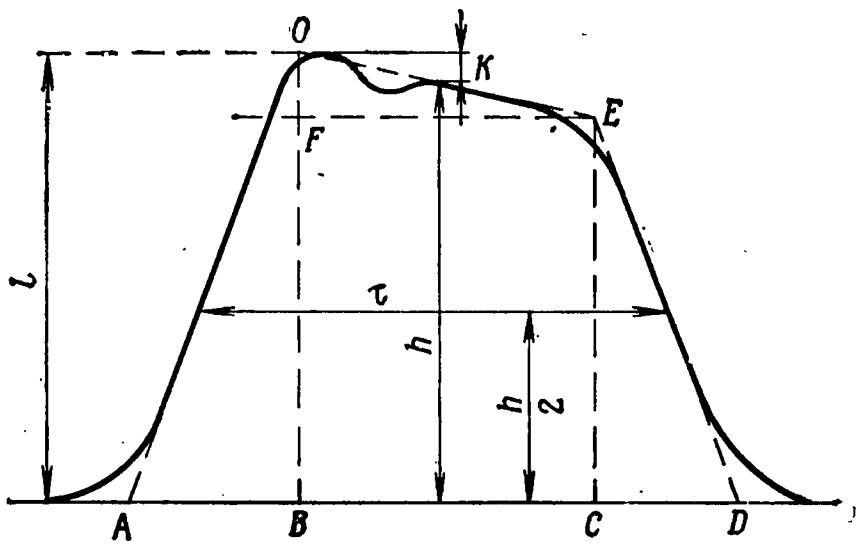


Рис. 14. Построение аппроксимирующего импульса:
AB — длительность переднего фронта; *СД* — длительность заднего фронта; *K* — величина выброса в начале импульса; *OF* — спад вершины импульса

Когда нет особых указаний, то длительность импульсов прямоугольной формы отсчитывать по вершине импульса. Длительность импульсов другой формы измерять на уровне, как указано на рис. 13.

Если импульс имеет неопределенную форму, то необходимо построить аппроксимирующий импульс, как показано на рис. 14, после чего измерить его параметры.

Длительность импульса, как правило, отсчитывается на уровне половины амплитуды реального импульса. По аппроксимирующему импульсу определяют длительность фронтов (переднего AB и заднего CD) или их относительные длительности $\left(\frac{AB}{\tau}\right.$ и $\left.\frac{CD}{\tau}\right)$ и спад вершины.

Измерение длительности импульсов по калибрационным меткам

Метод измерения длительности по калибрационным меткам находит самое широкое распространение, но возможен только при использовании осциллографов, имеющих калибратор длительности. Пределы измерения длительности импульсов одна из основных характеристик осциллографа; она указывается в документации осциллографа с учетом частоты следования импульсов.

Минимальная длительность импульсов, которые можно наблюдать на экране осциллографа, зависит от длительности развертки.

В целях повышения точности измерения необходимо развертку осциллографа подбирать такой, чтобы импульс по длительности занимал не менее 0,1 длительности развертки осциллографа. В этом случае количество калибрационных меток, укладывающихся на импульсе, будет больше и точность измерения длительности повышается.

При измерении длительности импульсов, при использовании ждущей развертки осциллографа, если длительность исследуемого импульса соизмерима с временем срабатывания ждущей развертки, необходимо применять линию задержки, через которую импульс надо подать на вход усилителя вертикального отклонения луча.

Измерение длительности импульсов с помощью низкочастотного генератора сигналов

Метод измерения длительности импульсов с помощью низкочастотного генератора сигналов применяется в том случае, если осциллограф не имеет калибратора длительности импульсов или же длительность импульсов настолько велика, что измерить ее по имеющимся в осциллографе калибрационным меткам не представляется возможным. В этом случае длительность импульсов можно измерить с помощью осциллографа и низкочастотного генератора сигналов.

Этот метод пригоден для прямоугольных импульсов, имеющих большую длительность, если их длительность больше длительности периода одной из частот генератора..

Длительность импульсов указанным методом измерять в следующем порядке:

собрать схему согласно рис. 15; в этой схеме низкочастотный генератор сигналов необходимо подключить к осциллографу через резистор R2 (50—100 кОм), благодаря чему исключается

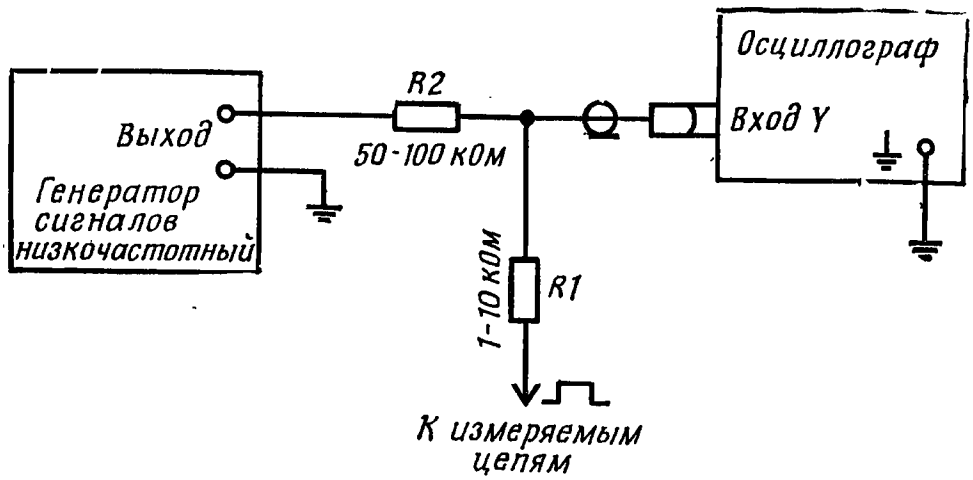


Рис. 15. Схема для измерения длительности импульса с помощью низкочастотного генератора сигналов

шунтирование измеряемых цепей низким выходным сопротивлением генератора; резистор R1 устанавливается только в том случае, если проверяемая цепь низкоомная; величина этого ре-

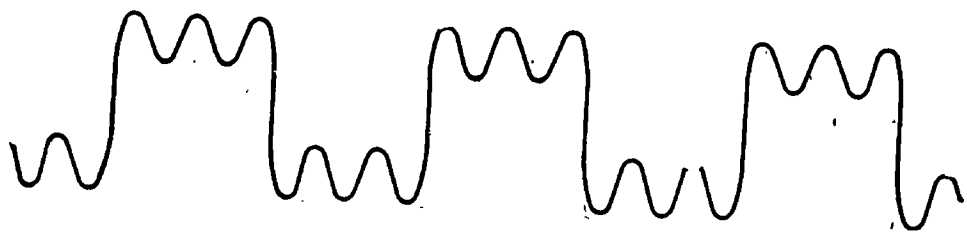


Рис. 16. Осциллограмма напряжения при измерении длительности импульса с помощью низкочастотного генератора сигналов по схеме согласно рис. 15

зистора обычно выбирается в пределах 1—10 кОм; при измерении по этому способу на экране будет наблюдаться осциллограмма, приведенная на рис. 16;

установить осциллограф для работы в режиме внешней синхронизации от измеряемых импульсов, а амплитуду сигналов генератора установить минимальной, но достаточной для определения количества периодов, укладывающихся на вершине импульса;

определить длительность измеряемых импульсов по формуле

$$\tau = n\frac{1}{f},$$

где τ — длительность измеряемых импульсов, с;

n — число периодов синусоидального напряжения, укладывающихся на вершине импульса;

f — частота звукового генератора, Гц.

Точность измерения длительности импульса определяется точностью установки частоты с помощью генератора и точностью отсчета количества периодов колебаний генератора, укладывающихся на вершине импульса.

Пределы измерения длительности импульсов по этому методу будут определяться для минимальной длительности импульсов максимальной частотой генератора при условии, что на вершине импульса будет укладываться 2—3 периода, а для максимальной длительности — низшей частотой развертки осциллографа.

Измерение длительности импульсов с помощью генератора импульсов

Длительность импульсов с помощью генератора импульсов определять в следующем порядке:

получить устойчивое изображение исследуемого импульса на экране осциллографа и заметить его амплитуду;

отметить на экране осциллографа начало и конец импульса на уровне, при котором необходимо измерить длительность импульса;

отключить измеряемую цепь и подключить осциллограф к генератору импульсов;

установить осциллограф в режим внешней синхронизации и подать на вход синхронизации осциллографа прямой, а на вход усилителя вертикального отклонения луча задержанный импульс;

установить на генераторе импульсов наименьшую, но различимую на экране осциллографа длительность импульсов;

изменяя задержку импульсов на генераторе импульсов, добиться, чтобы с началом отметки на осциллографе совместился один из импульсов генератора импульсов;

подсчитать число импульсов, укладывающихся в пределах границы отметок, и определить длительность импульсов по формуле

$$\tau = n\frac{1}{f},$$

где f — частота повторения импульсов, Гц (частоту повторения импульсов целесообразно выбирать такой, чтобы в начале и в конце отметки был импульс от генератора импульсов);

n — количество промежутков между импульсами, укладывающихся в пределах указанной отметки измеряемого импульса;

τ — длительность измеряемого импульса, с.

Указанный метод измерения длительности импульсов имеет погрешностей больше, чем предыдущие два способа. В основном погрешность определяется погрешностью установки частоты повторения импульсов на генераторе импульсов.

1.9.3. Измерение частоты повторения импульсов

В практике измерений часто приходится встречаться с измерением частоты повторений импульсов различных радиотехнических устройств.

Ниже приводится ряд методов измерения частоты повторений импульсов. Выбор соответствующего метода определяется конкретными условиями:

наличием приборов и приспособлений, необходимых для измерения;

точностью измерения;

параметрами импульсов, частоту следования которых надо измерять.

Измерение частоты повторения импульсов с помощью осциллографа, имеющего калибратор длительности развертки

Если осциллограф позволяет наблюдать на экране одновременно не менее двух импульсов, то частоту повторения импульсов можно определить путем измерения периода повторения им-

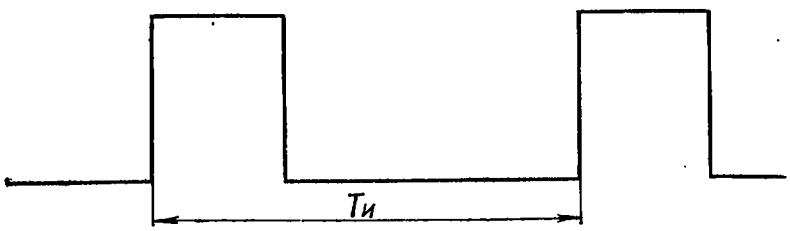


Рис. 17. Осциллограмма напряжений

пульсов $T_и$, как показано на рис. 17, а затем определить частоту повторения импульсов (f) по формуле

$$f = \frac{1}{T_и},$$

где f — частота повторения импульсов, Гц;

$T_и$ — длительность периода повторения импульсов, с.

Период повторения импульсов, как правило, определяют по калибрационным меткам или по калиброванным во времени шкалам осциллографа. Погрешность измерения частоты повторения импульсов по приведенному способу определяется погрешностью измерения периода повторения. Пределы измерения частоты повторения этим методом определяются техническими данными осциллографа.

Измерение частоты повторения импульсов методом синусоидальной развертки

Измерение частоты повторения импульсов методом синусоидальной развертки возможно при наличии генератора синусоидальных напряжений. Схема для измерения частоты повторения импульсов методом синусоидальной развертки приведена на рис. 18.

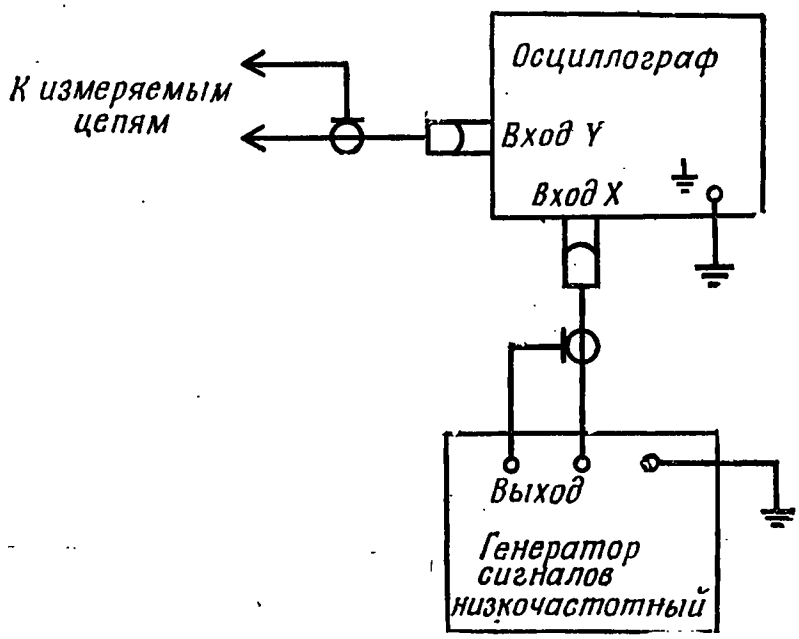


Рис. 18. Схема для измерения частоты повторения импульсов методом синусоидальной развертки

Метод синусоидальной развертки можно применять в том случае, если длительность исследуемого импульса составляет не менее $^1/_{100}$ длительности полупериода непрерывной развертки осциллографа от звукового генератора. Если исследуемые импульсы короче указанных, они не будут просматриваться на экране электронно-лучевой трубки.

Сущность метода состоит в том, что осциллограф устанавливают для работы в режиме внешней развертки от звукового генератора, частоту которого можно отсчитать или измерить.

Частоту повторения импульсов по данному методу измерять в следующем порядке:

включить низкочастотный генератор сигналов;

на вход *Y* осциллографа подать измеряемые импульсы;

изменять частоту генератора от минимального значения до получения на экране осциллографа одиночного импульса, что соответствует равенству частоты генератора и частоты следования импульсов:

$$f_{зв} = f_{и}.$$

Погрешность измерения частоты повторения по данному методу определяется погрешностью установки и определения час-

тоты генератора. При измерении частоты повторения импульсов методом синусоидальной развертки возможна n-кратная ошибка, если частота синусоидального напряжения в целое число раз больше частоты следования импульсов.

Измерение частоты повторения импульсов с использованием круговой развертки от внешнего генератора

Данный метод применим при наличии любого осциллографа и позволяет определить частоту следования импульсов с точностью установки частоты низкочастотного генератора сигналов.

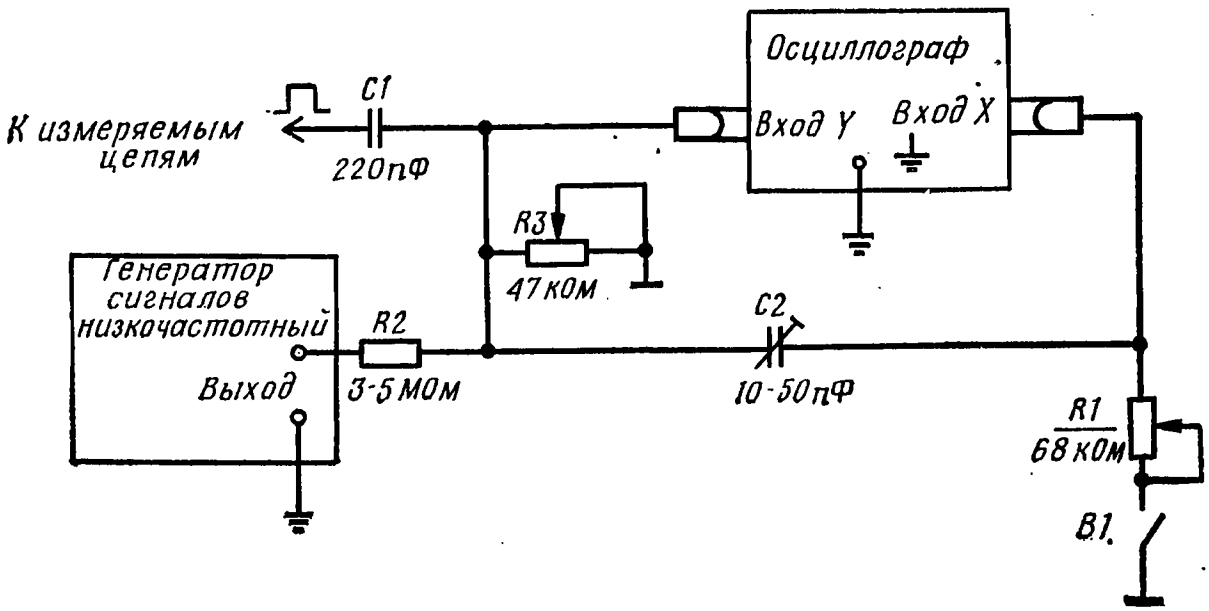


Рис. 19. Схема для измерения частоты повторения импульсов методом круговой развертки

По сравнению с описанными методами этот метод наиболее удобный. Ниже приводятся три схемы, наиболее приемлемых для измерения.

Схема, обеспечивающая круговую развертку с использованием резисторов и конденсаторов, показана на рис. 19.

Частоту повторения определять по схеме рис. 19 в следующем порядке:

выключить внутреннюю развертку осциллографа;

подать исследуемые импульсы на вход вертикального отклонения осциллографа;

с помощью резисторов R1, R3 и конденсатора C1 добиться, чтобы на экране осциллографа получилась круговая развертка;

изменяя частоту генератора, добиться, чтобы импульсы наблюдались в разрыве фигуры, как показано на рис. 20, *а* и 20, *б* (*а* — изображение было неподвижным).

Если частота повторения импульсов точно равна частоте генератора, то на развертке будет виден только один неподвижный импульс (рис. 20, *а*).

При наличии в разрыве фигуры нескольких неподвижных импульсов частота следования импульсов во столько раз больше частоты генератора, сколько импульсов наблюдается в разрыве

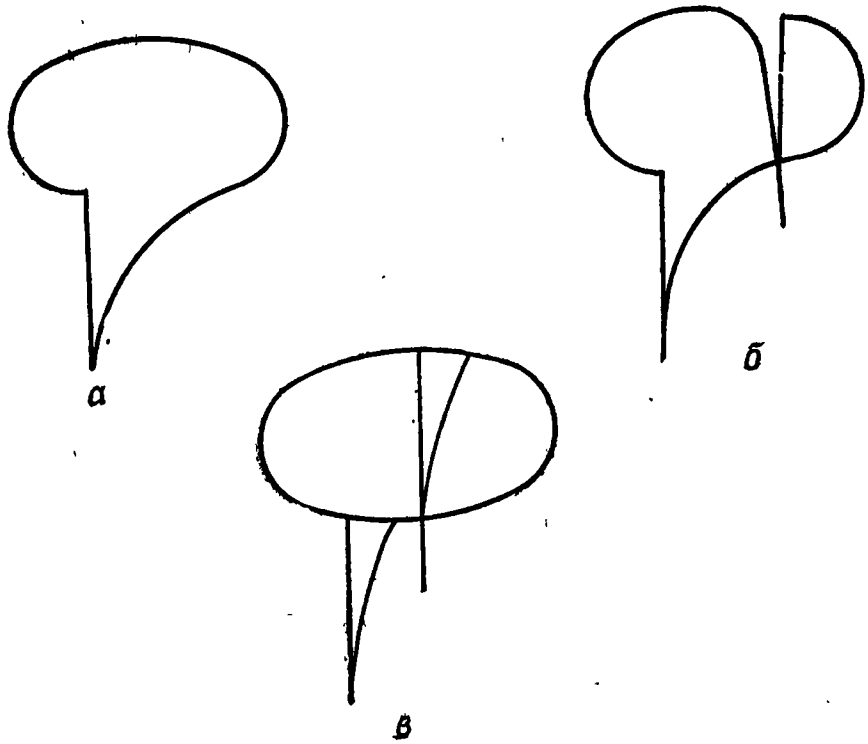


Рис. 20. Осциллограммы напряжений при измерении частоты повторения импульсов с использованием круговой развертки:

а — частота повторения импульсов равна частоте низкочастотного генератора сигналов; *б* — частота повторения импульсов в два раза выше частоты низкочастотного генератора сигналов; *в* — осциллограмма, не обеспечивающая возможность определить частоту повторения импульсов (импульсы наблюдаются не в разрыве круговой развертки)

фигуры (например, рис. 20, *б*). На рис. 20, *в* приведена осциллограмма, при которой возможны *n*-кратные ошибки.

Схема, обеспечивающая круговую развертку с помощью трансформатора, имеющего отвод от середины вторичной обмотки, показана на рис. 21.

Частоту повторения определять по схеме согласно рис. 21.

Схема обеспечивает возможность измерения частоты повторения импульсов от единиц герц (определяется минимальной частотой генератора) до 30—50 кГц, длительностью импульсов от 0,2 до 30 мкс. В этой схеме предусмотрены цепи для изменения длительности импульсов, подаваемых на осциллограф, что обеспечило возможность наблюдения импульсов различной длительности с большим пределом изменения частоты повторения. Кроме того, в схеме (рис. 21) предусмотрена развязка влияния цепей, создающих круговую развертку, на измеряемые цепи. Общий вид осциллограмм измеряемых импульсов приведен на рис. 20.

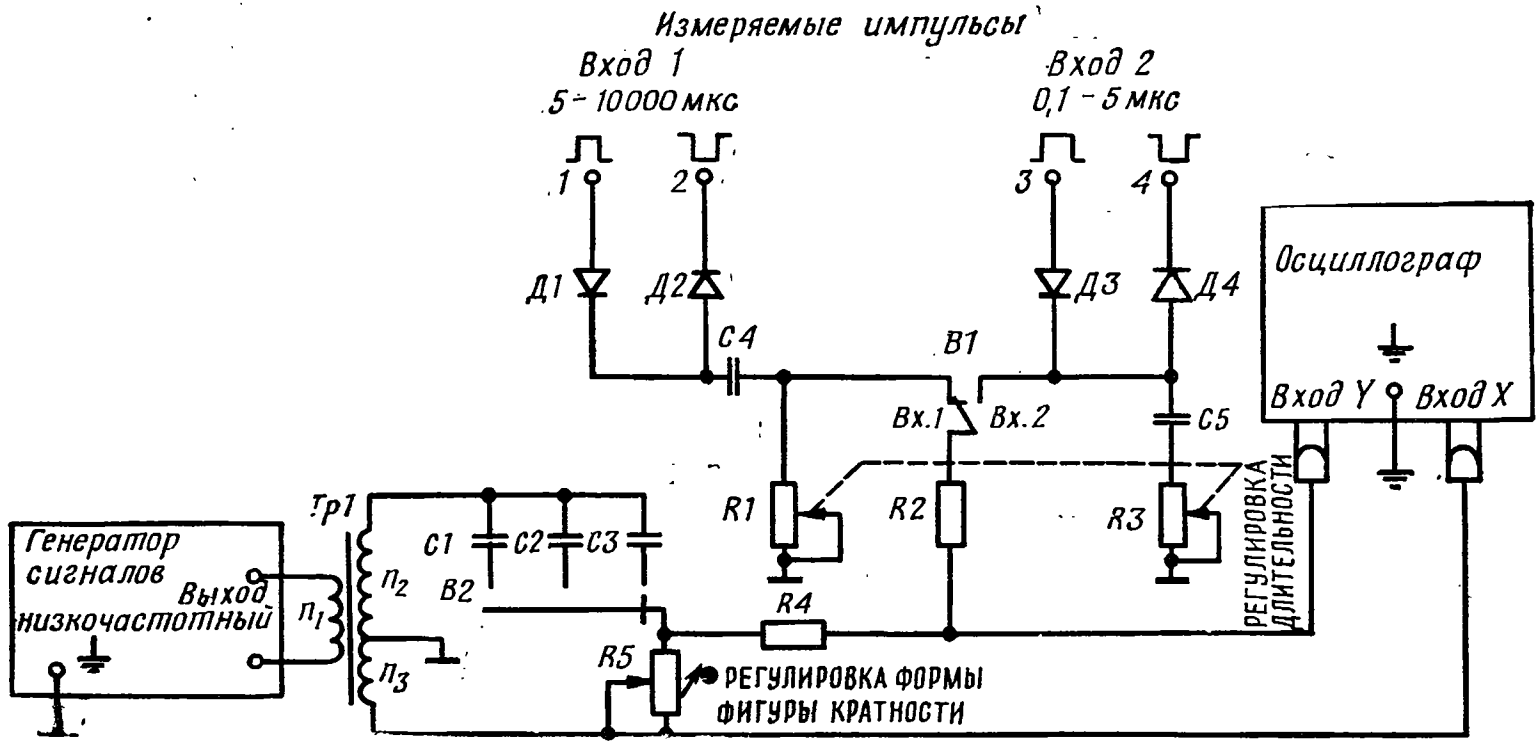


Рис. 21. Схема для измерения частоты повторения импульсов на круговой развертке осциллографа:
Д1 — Д4 — диоды Д2В; R1 — переменный резистор 470 Ом, 2 Вт; R2 — резистор 51 кОм, 0,5 Вт ± 5%; R3 — переменный резистор 68 кОм, 2 Вт; R4 — резистор 120 кОм, 0,5 Вт ± 10%; R5 — переменный резистор 1,5 кОм, 2 Вт; С1 — конденсатор 2 мкФ, 200 В; С2 — конденсатор 0,5 мкФ, 200 В; С3 — конденсатор 0,02 мкФ, 200 В; С4 — конденсатор 51 пФ; С5 — конденсатор 220 пФ; Тр1 — трансформатор (сечение сердечника 1 см^2; n_1 = 3800 витков, провод ПЭЛ-0,1 мм; $n_2 = n_3$ = 140 витков, провод ПЭЛ-0,12 мм)

Измерение частоты повторения импульсов с помощью низкочастотного генератора по совпадению измеряемых импульсов с вершиной синусоид напряжения низкочастотного генератора

Частоту повторения указанным методом измерять по схеме (рис. 22). С этой целью установить частоту генератора такой, при которой на вершине каждой синусоиды будет наблюдаться один

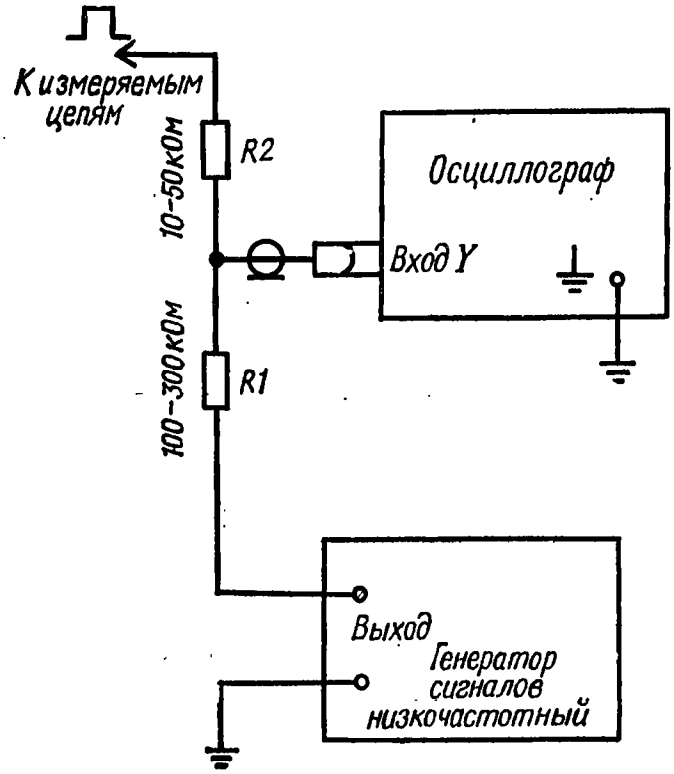


Рис. 22. Схема для измерения частоты повторения импульсов с помощью низкочастотного генератора сигналов

импульс, как указано на рис. 23. В этом случае частота повторения импульсов соответствует частоте генератора. Способ применим для импульсов, длительность которых составляет примерно $^1/_8$—$^1/_{100}$ длительности периода повторения импульсов.

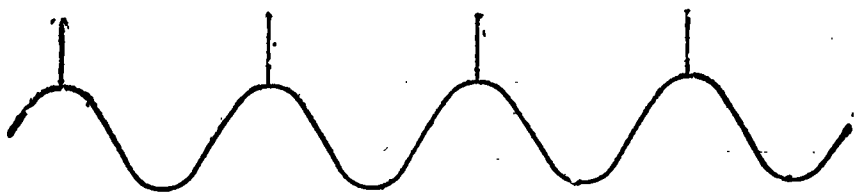


Рис. 23. Осциллограмма напряжений, наблюдаемая при измерении частоты повторения импульсов с помощью низкочастотного генератора сигналов

Основные осложнения, которые возникают при измерении по данному способу, состоят в том, что трудно обеспечить устойчивое положение импульсов на вершине осциллографа и импульсы «бегут», так как на синхронизацию осциллографа влияют не

только исследуемые импульсы, но и синусоидальное напряжение генератора. Для уменьшения этого влияния необходимо амплитуду синусоидального напряжения подать от генератора такой величины, при которой амплитуда импульса, наблюдаемая на экране осциллографа, будет в 10—20 раз больше амплитуды синусоидального напряжения.

Измерение частоты повторения серий импульсов и частоты повторения импульсов в сериях

В том случае, если длительность серий импульсов составляет $^1/_4$ или меньшую часть длительности периода повторения серий, измерение частоты повторения серий можно выполнять по схе-

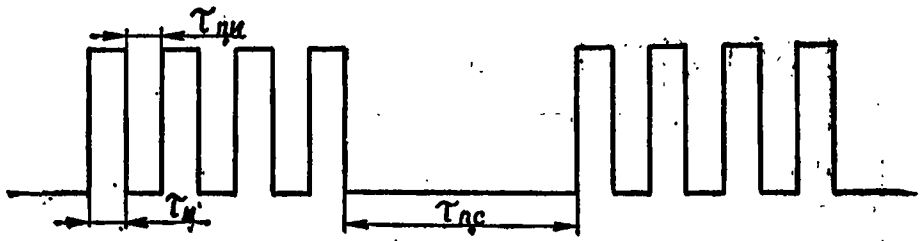


Рис. 24. Осциллограмма напряжений, наблюдаемая при измерении частоты повторения серий импульсов

мам согласно рис. 19 и 21 и по методике, изложенной выше. При измерении по схеме (рис. 19) импульсы серий могут сливаться в общий импульс, если частота повторения импульсов в сериях большая.

Частоту повторения серий рекомендуется измерять по калибрационным меткам осциллографа следующим образом:

установить развертку осциллографа такой, при которой на экране электронно-лучевой трубки наблюдается не менее двух серий импульсов;

определить по калибрационным меткам длительность промежутка между сериями $\tau_{п.с}$, как показано на рис. 24;

изменить скорость развертки и определить длительность импульса $\tau_и$, длительность промежутка между импульсами $\tau_{п.и}$ и количество импульсов в серии;

определить частоту повторения серий по формуле

$$f_с = \frac{1}{\tau_{п.с} + n\tau_и + (n-1)\tau_{п.и}},$$

где $\tau_{п.с}$ — длительность промежутка между сериями, с;

n — количество импульсов в серии;

$\tau_и$ — длительность импульса, с;

$\tau_{п.и}$ — длительность промежутка между импульсами в сериях, с;

$f_с$ — частота повторения серий, Гц.

Частоту повторения импульсов в сериях можно определить по формуле

$$f_и = \frac{1}{\tau_и + \tau_{п.и}},$$

где $f_и$ — частота повторения импульсов в сериях, Гц.

1.9.4. Измерение частоты синусоидальных колебаний

Существующие измерители низких частот синусоидальных колебаний (нашедшие широкое применение) в основном позволяют измерить частоты, начиная от 10 Гц, и имеют погрешность измерения около 2%. В практике измерений нередко требуется измерить частоты более низких частот с погрешностью менее 2%.

Описанные ниже способы измерения частоты с помощью электронных осциллографов позволяют с точностью установки частоты низкочастотного генератора измерить частоту исследуемых синусоидальных колебаний в широком диапазоне частот.

Для приведенных ниже схем всех методов измерения частот целесообразно использовать стабилизированное напряжение питания приборов. Это условие дает возможность получить малоподвижные осциллограммы, позволяющие точно определить кратность частот.

Измерение частоты по фигурам Лиссажу

Метод измерения по фигурам Лиссажу позволяет произвести наглядное сравнение измеряемой и эталонной (образцовой) частот, а также позволяет измерить изменение фазы исследуемого колебания.

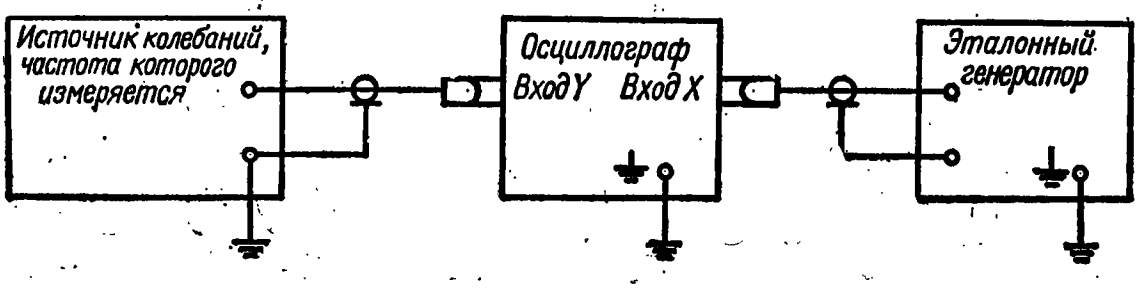


Рис. 25. Схема для измерения частоты колебаний методом синусоидальной развертки

При этом методе колебания сравниваемых частот подводят к двум парам отклоняющих пластин осциллографа или на вход усилителей вертикального и горизонтального отклонений лучей, как показано на рис. 25.

Частоту колебаний по фигурам Лиссажу определять в следующем порядке:

установить осциллограф для работы в режиме внешней развертки;

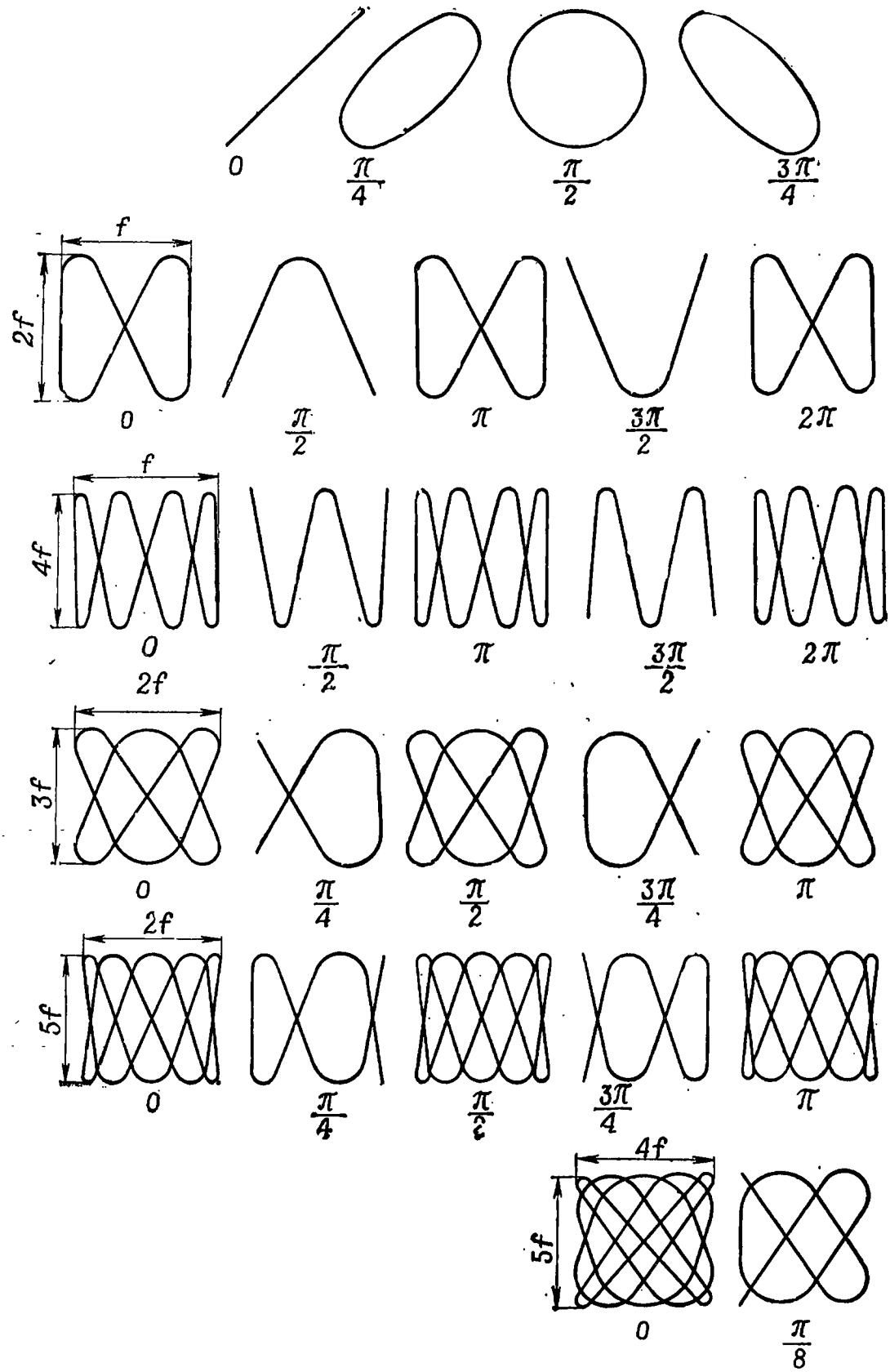
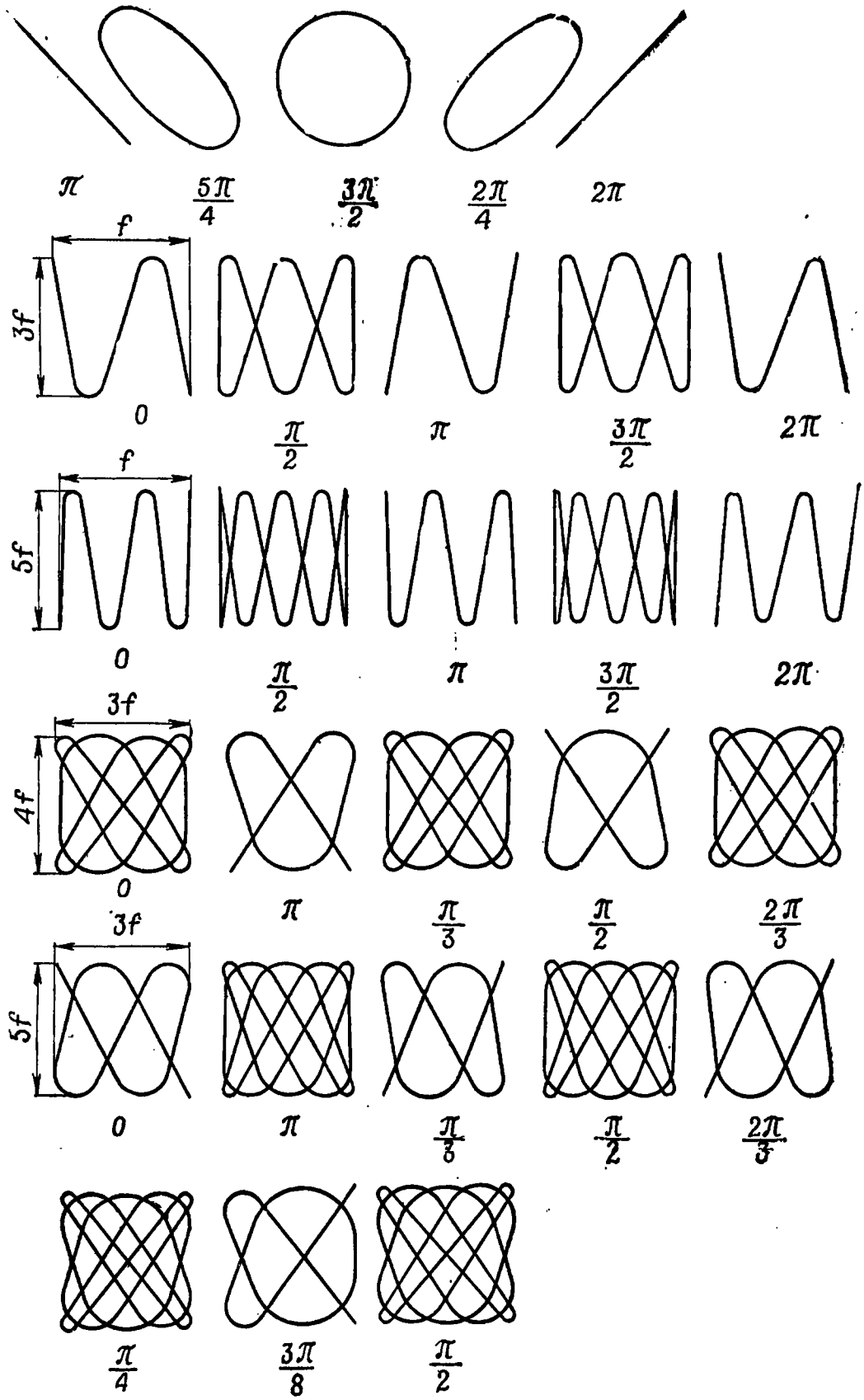


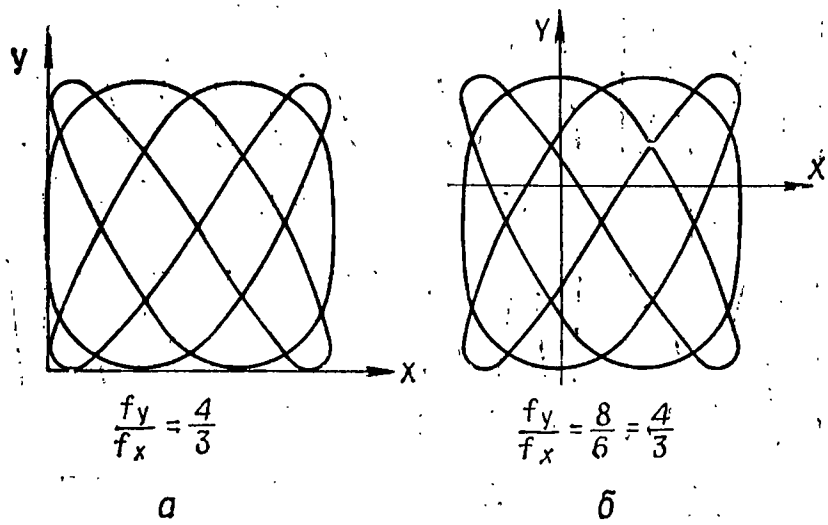
Рис. 26. Осциллограммы напряжений (фигуры Лиссажу), наблюдаемые при



измерении частоты колебаний методом синусоидальной развертки

собрать схему согласно рис. 25 и установить выходное напряжение эталонного генератора таким, чтобы развертка занимала на экране трубки осциллографа примерно $^1/_2$—$^1/_3$ экрана;

установить усиление усилителя вертикального отклонения луча таким, чтобы исследуемое напряжение также имело отклонение на экране трубки осциллографа, равное примерно $^1/_2$—$^1/_3$ экрана. При этом целесообразно, чтобы отклонение луча как по вертикали, так и по горизонтали было одинаковым;



а *б*

Рис. 27. Способы определения отношения частот по фигурам Лиссажу:

а — метод касания; *б* — метод пересечения

изменяя частоту эталонного генератора, добиться, чтобы на экране осциллографа наблюдалась наиболее простая фигура Лиссажу; сложные фигуры рассматривают в том случае, когда невозможно установить частоту эталонного генератора, соответствующую получению простых фигур.

Фигуры на экране электронно-лучевой трубки зависят от соотношений частоты и фазы измеряемой и эталонной (или принятую за эталонную) частот.

На рис. 26 приведены примеры осциллограмм, соответствующие определенным соотношениям частоты и фазы сравниваемых колебаний.

По полученным осциллограммам определить отношение частот путем счета числа касаний с наложенными на фигуру прямоугольными осями (за исключением случаев, когда прямая и обратная фигуры совпадают, т. е. когда, например, разность фаз равна $\frac{\pi}{2}$ или $\frac{3\pi}{2}$ для отношения частот 2 : 1).

$$\text{Отношение } \frac{f_{y(\text{верт})}}{f_{x\,(\text{гор})}} = \frac{\text{число касаний с осью } x}{\text{число касаний с осью } y}.$$

На рис. 27, *а* приведен данный пример определения отношения измеряемых частот методом касания.

Другой метод определения отношения частот заключается в счете числа пересечений линий фигуры Лиссажу с вертикальной и горизонтальной опорными линиями, как показано на рис. 27, *б*, при этом

$$\frac{f_{y\,(\text{верт})}}{f_{x\,(\text{гор})}} = \frac{\text{число пересечений с горизонтальной опорной линией}}{\text{число пересечений с вертикальной опорной линией}}.$$

Метод фигур Лиссажу применим на частотах от десятых долей герц до нескольких десятков килогерц.

Метод фигур Лиссажу позволяет определить частоту исследуемого колебания, отличающуюся от частоты генератора синусоидальных колебаний не более чем в 10—15 раз. Практически метод фигур Лиссажу применим на частотах, не превышающих 100—200 кГц. Однако при измерении на более высоких частотах (несколько десятков килогерц) не допускается большая кратность (более 4) отношения сравниваемых частот, так как уход частоты одного из сравниваемых колебаний приводит к вращению фигуры и не позволяет отсчитать число касаний или пересечений.

Точность измерения частоты исследуемого генератора определяется точностью частоты эталонного генератора.

Если при измерении по фигурам Лиссажу частота эталонного генератора не соответствует оцифрованному значению шкалы, то рекомендуется ее установить такой, при которой она соответствует оцифрованному (градуированному) значению шкалы, хотя фигура Лиссажу при этом становится подвижной (вращается).

В этом случае для точного определения частоты исследуемого генератора необходимо к значению частоты эталонного генератора добавить погрешность установки частоты (погрешность измерения).

Для определения погрешности измерения необходимо определить число оборотов фигуры в секунду. Удобнее начинать измерение, когда на экране появится незамкнутая фигура. Точное повторение фигуры на экране соответствует одному обороту. Разделив количество оборотов в секунду на число, кратное меньшей частоте, получим разницу в герцах большей частоты от ее номинального значения, т. е. от той величины, при которой фигура была бы неподвижной.

Знак «плюс» или «минус» можно определить практически, измерив частоту генератора. Если при увеличении частоты генератора скорость увеличивается, то знак следует выбирать положительный, и наоборот.

Измерение частоты методом зубчатого колеса

Описанный ниже метод основан на том, что из сравниваемых частот низкая частота используется для создания круговой развертки осциллографа, а высокая частота используется для модуляции круговой развертки.

По сравнению с методом фигур Лиссажу метод зубчатого колеса позволяет сравнивать частоты, имеющие кратность отношения $\frac{f_в}{f_н} \leqslant 30$ при получении фигур, имеющих простую форму.

Недостатком указанного метода является необходимость сборки схемы, создающей круговую развертку.

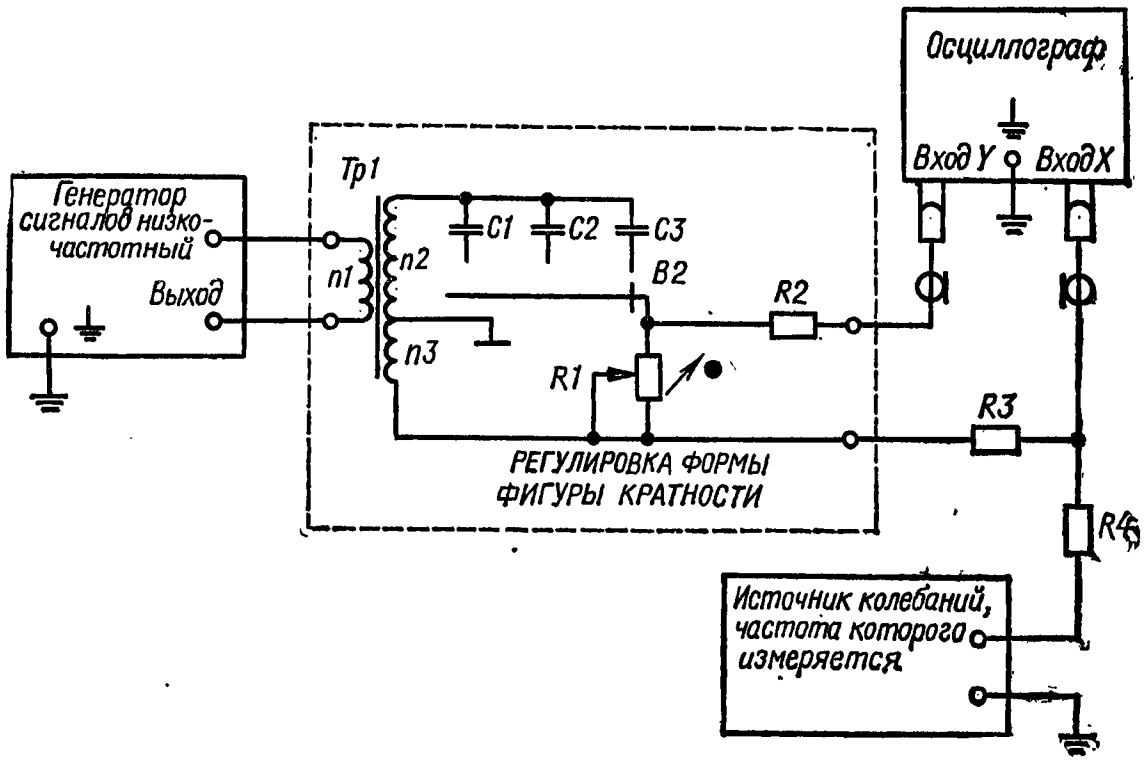


Рис. 28. Схема сравнения частот методом зубчатого колеса:

R1 — переменный резистор 1,5 ком, 1 Вт; R2 — резистор 120 кОм, 0,5 Вт; R3 — резистор 200 кОм, 0,25 Вт; R4 — резистор 200 кОм, 0,25 Вт; C1 — конденсатор 2 мкФ, 60 В; C2 — конденсатор 0,5 мкФ, 60 В; C3 — конденсатор 0,02 мкФ, 60 В; Тр1 — трансформатор (сечение сердечника 1 см²; n_1 = 3800 витков, провод ПЭЛ-0,1 мм; $n_2 = n_3 = 140$ витков, провод ПЭЛ-0,12 мм)

Минимальная частота из сравниваемых колебаний определяется типом применяемого осциллографа.

Если подавать сравниваемые колебания на отклоняющие пластины осциллографа, то резко расширяется диапазон развертки в сторону низких частот.

Максимальная частота колебаний, создающих круговую развертку, равна примерно 50 кГц. На частотах выше 50 кГц осциллограмма («зубчатое колесо») начинает вращаться (вследствие ухода частоты одного из сравниваемых колебаний) и не представляется возможности определить соотношение частот. При этом максимальная частота одного из сравниваемых колебаний составляет около 1 МГц.

Одна из схем, рекомендуемых для сравнения частот методом зубчатого колеса, приведена на рис. 28.

Примеры осциллограмм сравниваемых частот приведены на рис. 29. Число зубцов осциллограммы равно отношению высокой

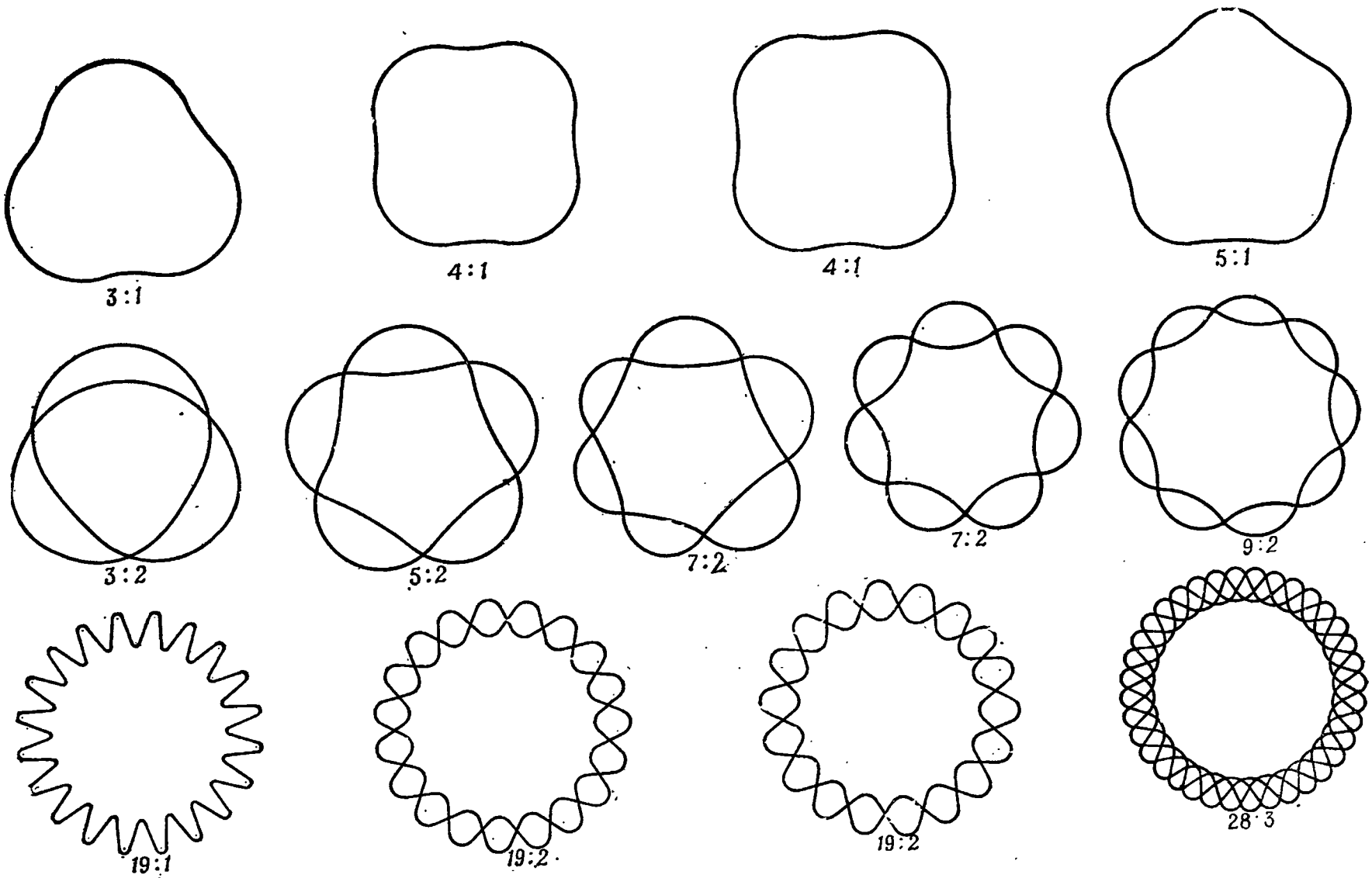


Рис. 29. Примеры осциллограмм напряжений, наблюдаемых при измерении частоты методом зубчатого колеса

частоты к низкой. При более сложных фигурах отношение частот следующее:

$$\frac{f_в}{f_н} = \frac{\text{число зубцов колеса}}{\text{число пересечений с радиальной опорной линией}}.$$

На рис. 29 приведены цифровые данные отношения сравниваемых частот.

Измерение частоты методом двойной круговой развертки (Метод рулетты)

Описанный ниже метод основан на том, что напряжения сравниваемых частот подаются на отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки или на вход усилителей горизонтального и вертикального отклонений лучей через фазовращатели.

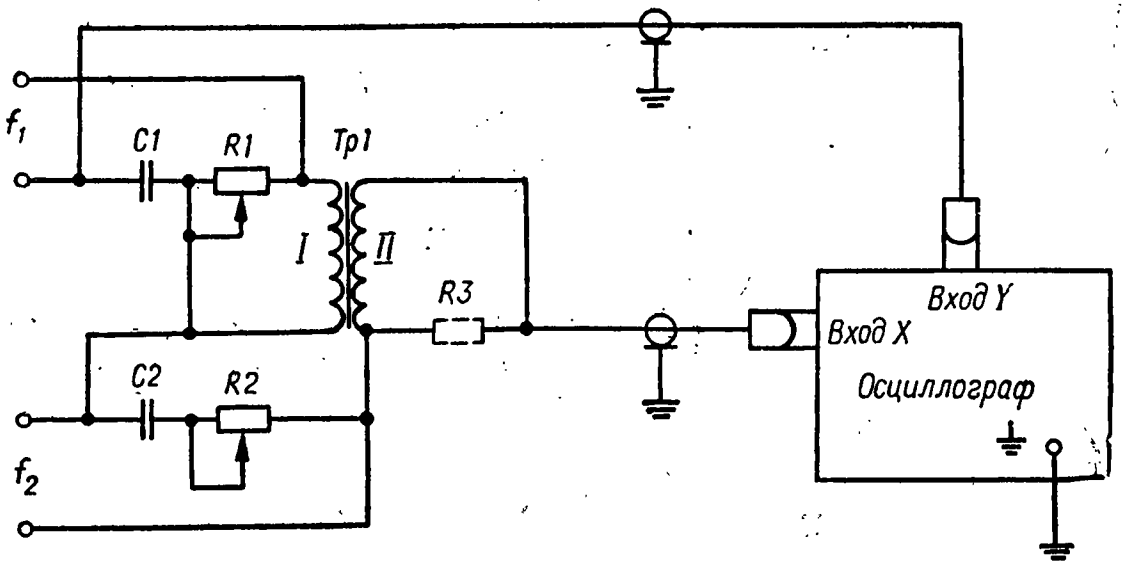


Рис. 30. Схема для измерения частоты методом двойной круговой развертки: R1, R2 — резисторы 4,7 кОм; C1, C2 — конденсаторы 0,1 мкФ

Достоинство метода состоит в том, что наблюдаемая осциллограмма имеет относительно несложные фигуры, по которым удобно сравнивать фигуры при большом или дробном соотношении.

Схема для сравнения частот методом рулетты приведена на рис. 30. В этой схеме противоположные направления разверток обеспечиваются соответствующим правильным включением обмоток трансформатора Tp1, который наматывается проводом ПЭЛ-0,08 мм (каждая обмотка по 3000 витков, сечение сердечника 1 см^2).

Схема устойчиво работает в диапазоне разверток любого из генераторов от 50 до 20 000 Гц. Для расширения диапазона сравниваемых частот до 100 000 Гц конденсаторы C1 и C2 надо

брать емкостью по 1000 пФ. Частота f_1 должна быть меньше частоты f_2.

На частотах f_2, больших 20 000 Гц, рекомендуется вторичную обмотку трансформатора шунтировать резистором R3, величина которого 1—3 МОм.

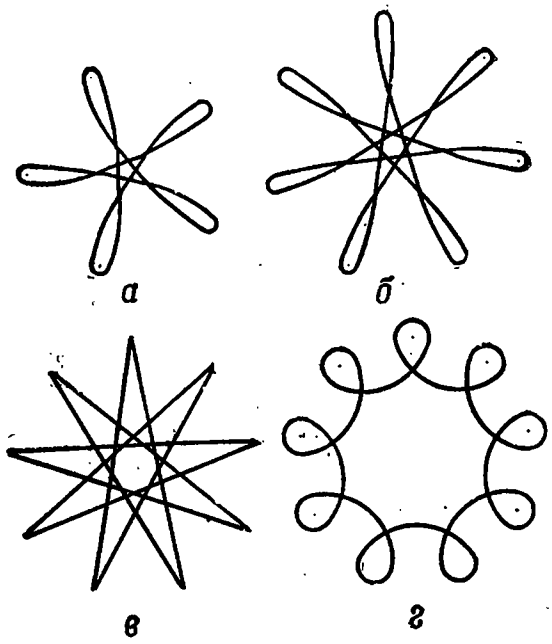


Рис. 31. Примеры осциллограмм напряжений, наблюдаемых при измерении частоты методом двойной круговой развертки

Примерный вид осциллограмм сравниваемых частот приведен на рис. 31. На этих осциллограммах лепестки фигур направлены наружу. Если поменять концы одной из обмоток, то лепестки будут направлены внутрь, но в этом случае затрудняется подсчет пересечений.

Отношение сравниваемых частот определять (по виду фигур) по формуле

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{N_1 - N_2}{N_2},$$

где f_1, f_2 — сравниваемые частоты;

N_1 — число лепестков фигуры.

$$N_2 = m + 1,$$

где m — число пересекаемых лепестков при движении луча от одного лепестка к другому.

Например:

рис. 31, *а* $N_1 = 5$, $m = 1$, $N_2 = 2$, $\frac{f_1}{f_2} = \frac{3}{2}$;

рис. 31, *б* $N_1 = 7$, $m = 2$, $N_2 = 3$, $\frac{f_1}{f_2} = \frac{4}{3}$;

рис. 31, *в* $N_1 = 9$, $m = 3$, $N_2 = 4$, $\frac{f_1}{f_2} = \frac{5}{4}$;

рис. 31, *г* $N_1 = 8$, $m = 0$, $N_2 = 1$, $\frac{f_1}{f_2} = 7$.

Измерение частоты методом эпициклоид

Метод эпициклоид позволяет определять (сравнивать) частоты, отношение которых выражается несократимым числом. Осциллограммы, получаемые при сравнении, легко анализируются. При использовании бестрансформаторной схемы сдвоенного фазовращателя с использованием ламповой развязки генераторов этот метод позволяет сравнивать частоты примерно от 15 Гц до 20 мГц.

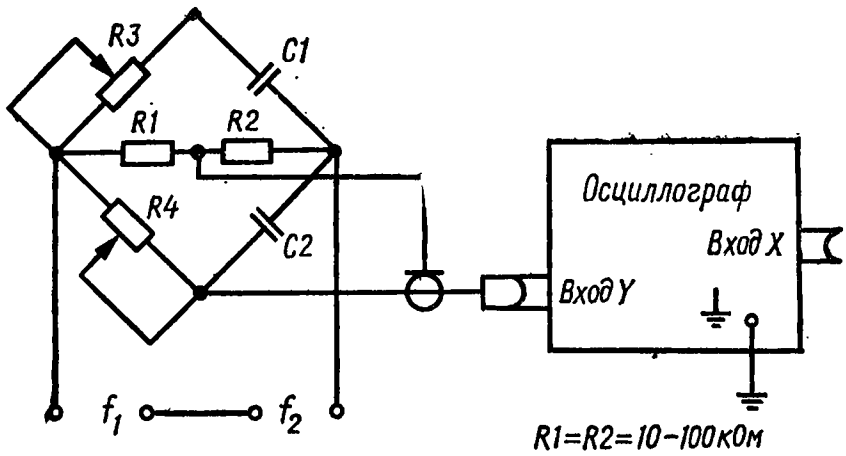


Рис. 32. Схема сдвоенного фазовращателя для измерения частоты методом эпициклоид

Схема, приведенная на рис. 32, позволяет сравнивать частоты в диапазоне от 200 Гц до 50 кГц. При этом схема позволяет анализировать осциллограммы сравниваемых частот в отношении 1 : 30. При большем отношении частот затрудняется отсчет ввиду их некоторой подвижности.

Схема, приведенная на рис. 33, представляющая собой сдвоенный фазовращатель, рекомендуется для диапазона частот от 20 кГц до 10 МГц. Параметры элементов схем рис. 32 и 33 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры элементов для сборки схемы фазовращателя

Диапазон сравниваемых частот	Элемент		
	C1, пФ	C2, пФ	R3 и R4, кОм
От 20 кГц до 100 кГц	0,1 мкф	2000	56
От 100 кГц до 500 кГц	2000	200	56
От 500 кГц до 10 МГц	200	20	56

Порядок измерения частот методом эпициклоид рекомендуется следующий:

подать напряжение низшей частоты и установить ручку резистора R4 в среднее положение;

изменяя сопротивление резистора R3 и усиление усилителей осциллографа, добиться получения на экране осциллографа изображения окружности диаметром около 0,7 диаметра трубки;

отключить низшую частоту и подключить высшую частоту;

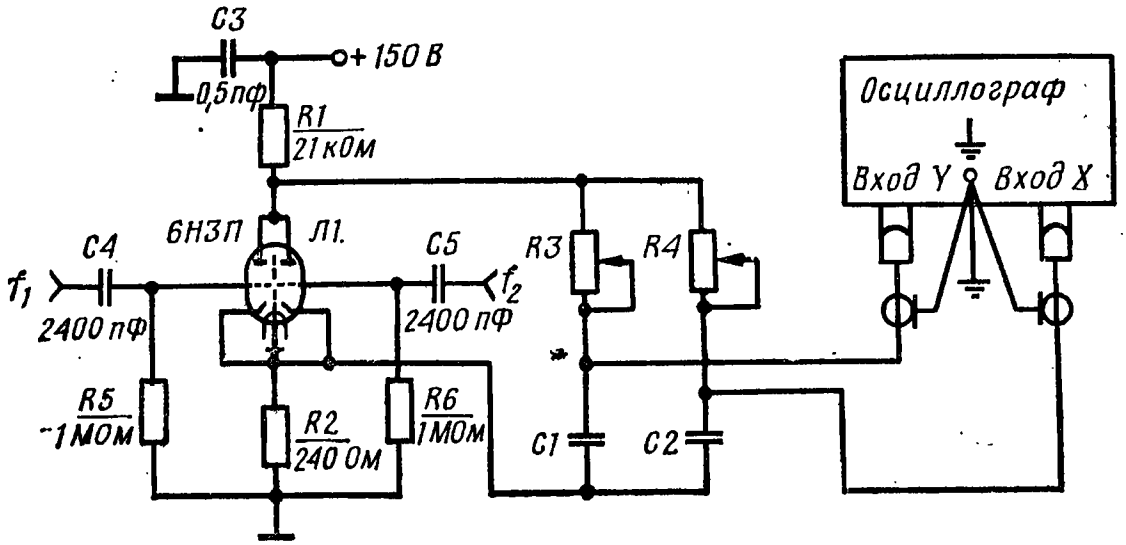


Рис. 33. Схема сдвоенного фазовращателя со сдвоенным катодным повторителем для измерения частоты методом эпициклоид

изменяя сопротивление резистора R3, добиться получения на экране осциллографа изображения круга; при большом отношении низшей и высшей частот изображение круга должно быть небольшим;

подать на измерительную схему одновременно два напряжения и, изменяя сопротивление резистора R3, добиться получения на экране осциллографа устойчивой для анализа фигуры; если фигура перемещается, то необходимо изменить частоту колебаний генератора, который имеет градуировку.

Примерный вид эпициклоид, наблюдаемых на экране и соответствующих кратному отношению частот, приведен на рис. 34, а дробно-рациональному отношению частот — на рис. 35.

При изменении напряжений сравниваемых частот изменяется и изображение эпициклоиды. На рис. 36 приведены эпициклоиды, соответствующие отношению частот $\frac{f_в}{f_н} = 10$ (при различных значениях высшей частоты).

Для определения порядка отношения частот необходимо подсчитать число завитков или зубцов З и число светящихся линий Л, определить отношение частот по формуле $\frac{З + Л}{Л}$.

Для определения числа линий, из которых состоит эпициклоида, из ее центра провести луч таким образом, чтобы он не пересекал завитка. Удобнее всего проводить луч через перекрещивание светящихся линий. В этом случае каждое перекрещива-

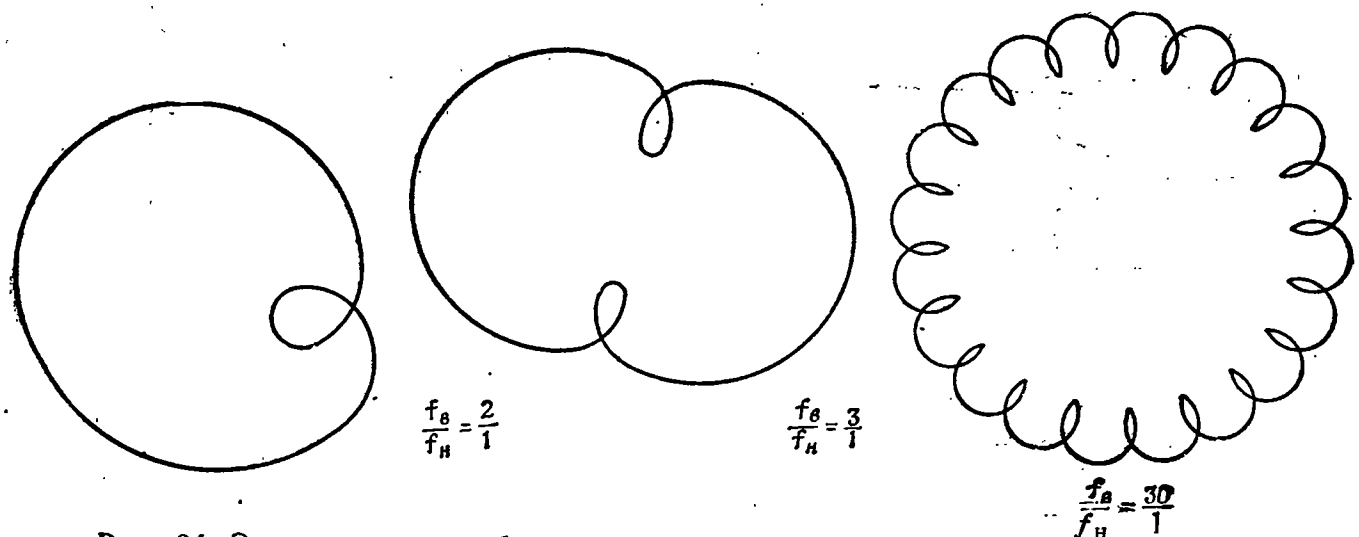


Рис. 34. Эпициклоиды, наблюдаемые при целочисленном отношении частот

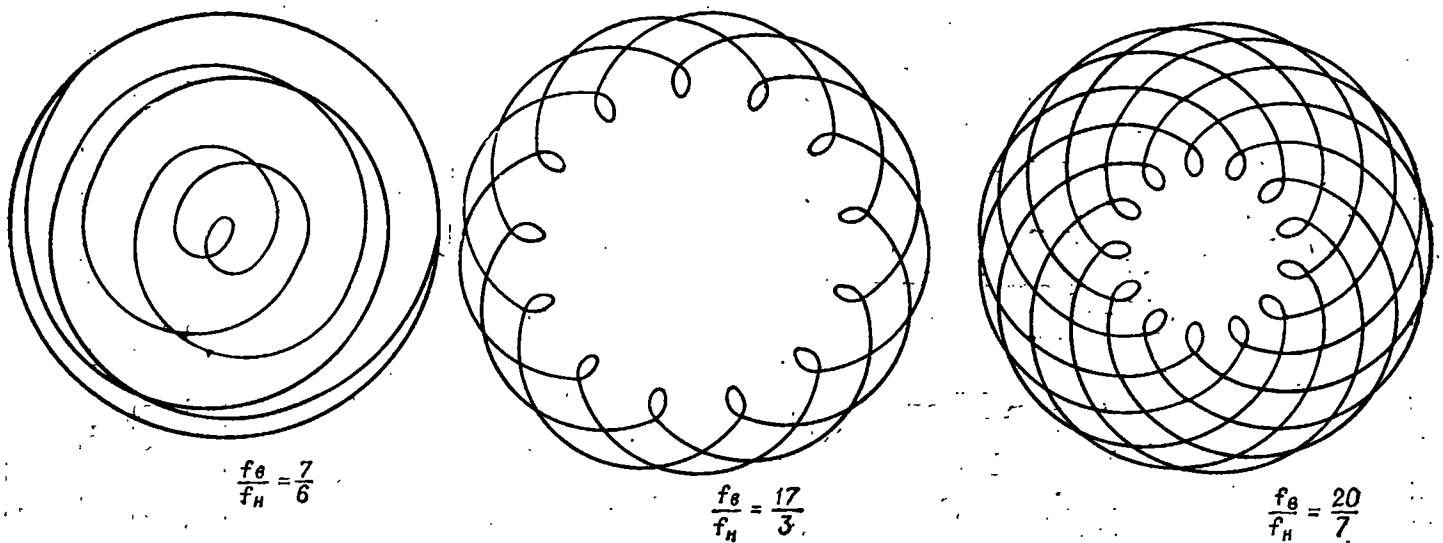


Рис. 35. Эпициклоиды, наблюдаемые при дробно-рациональном отношении частот

ние принимают за две единицы счета, а одиночную дугу — за одну единицу.

При дробно-рациональном отношении частот, близких 1 : 1 (например, 11 : 10, 10 : 9 и т. д.), эпициклоиды становятся неудоб-

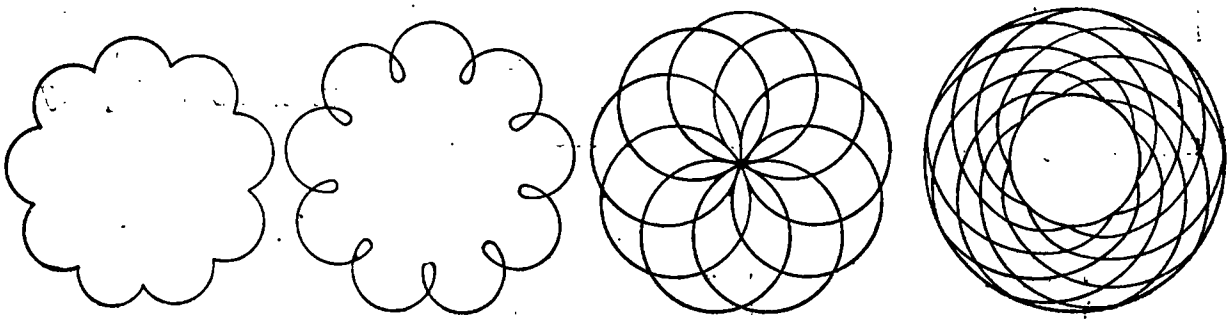


Рис. 36. Эпициклоиды, соответствующие отношению частот $\frac{f_в}{f_н} = 10$ (при последовательном увеличении напряжения высшей частоты)

ными для анализа, и поэтому данный метод в этом случае не рекомендуется.

1.9.5. Измерение задержек импульсов

Измерение задержек импульсов, так же как и измерение периода повторения импульсов, возможно в том случае, когда длительность развертки осциллографа соизмерима с величиной задержки.

В зависимости от типа применяемого осциллографа задержку или любой другой временной интервал определяют по калибрационным меткам или по калиброванным во времени шкалам осциллографа. Для этого на вход внешней синхронизации (вход *X*) осциллографа подать основные незадержанные импульсы, а на вход *Y* подать импульсы, задержку которых требуется определить. Используя деления, отсчитать величину задержки от начала линии развертки до переднего фронта задержанного импульса.

Точность измерения временных интервалов увеличивается при увеличении длины измеряемого расстояния на экране электронно-лучевой трубки, поэтому при измерениях необходимо правильно выбирать рабочую длительность развертки.

При наличии в осциллографе входа *Z* (модуляция луча по яркости) возможно получение калибрационных меток от внешнего генератора напряжения. Величину напряжения следует отрегулировать так, чтобы на экране наблюдались четкие метки. Следует иметь в виду, что метки будут неподвижны лишь тогда, когда они синхронны с разверткой осциллографа.

1.10. СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВКИ НАПРЯЖЕНИЯ

Для регулирования переменного напряжения широко применяются автотрансформаторы. Однако большинство их позволяет увеличить напряжение 220 В только на 30 В (около 14%). Если напряжение понизилось более чем на 20%, то они не обеспечивают восстановление номинального напряжения. Кроме того, серийно выпускаемые регуляторы напряжения велики по габариту и массе, у них большой ток холостого хода.

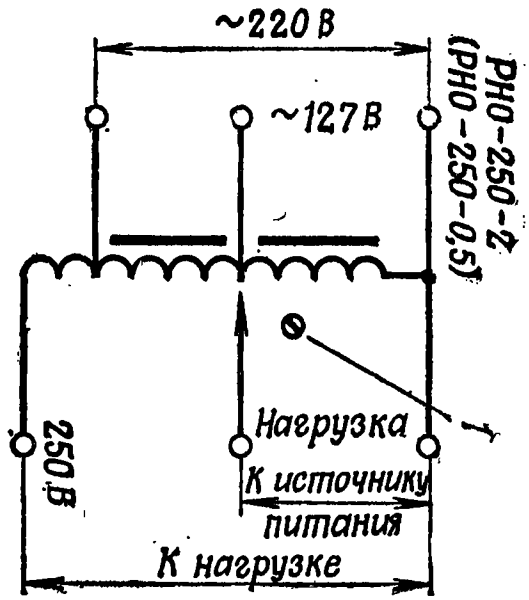


Рис. 37. Схема подключения автотрансформатора для получения напряжения более 250 В:
1 — ограничитель поворота ручки

Если при обычном включении регуляторов невозможно получить номинальное напряжение питания, регуляторы напряжения включают иными способами.

Обратное включение (рис. 37) применяется в том случае, когда регулятор работает в режиме, далеком от насыщения сердечника. При этом необходимо предохранить регулятор от возможного воздействия тока большой силы и установить для его токосъемника ограничитель. Для этого ручку регулятора поворачивают так, чтобы к источнику питания через амперметр переменного тока было подключено максимальное число витков. Затем поворачивают ручку до тех пор, пока ток, потребляемый от сети, не будет равен номинальному току регулятора для одночасового режима работы. После этого устанавливают ограничитель.

Экспериментально установлено, что регулятор напряжения РНО-250-0,5 при такой схеме включения повышает напряжение до 500 В, а регулятор напряжения РНО-250-2— до 350 В.

Два регулятора напряжения (например, РНО-250-0,5 и

РНО-250-2, рис. 38) позволяют увеличить выходное напряжение до 450 В. При обратном включении регуляторов РНО-250-0,5 (рис. 39) можно получить напряжение на выходе схемы до

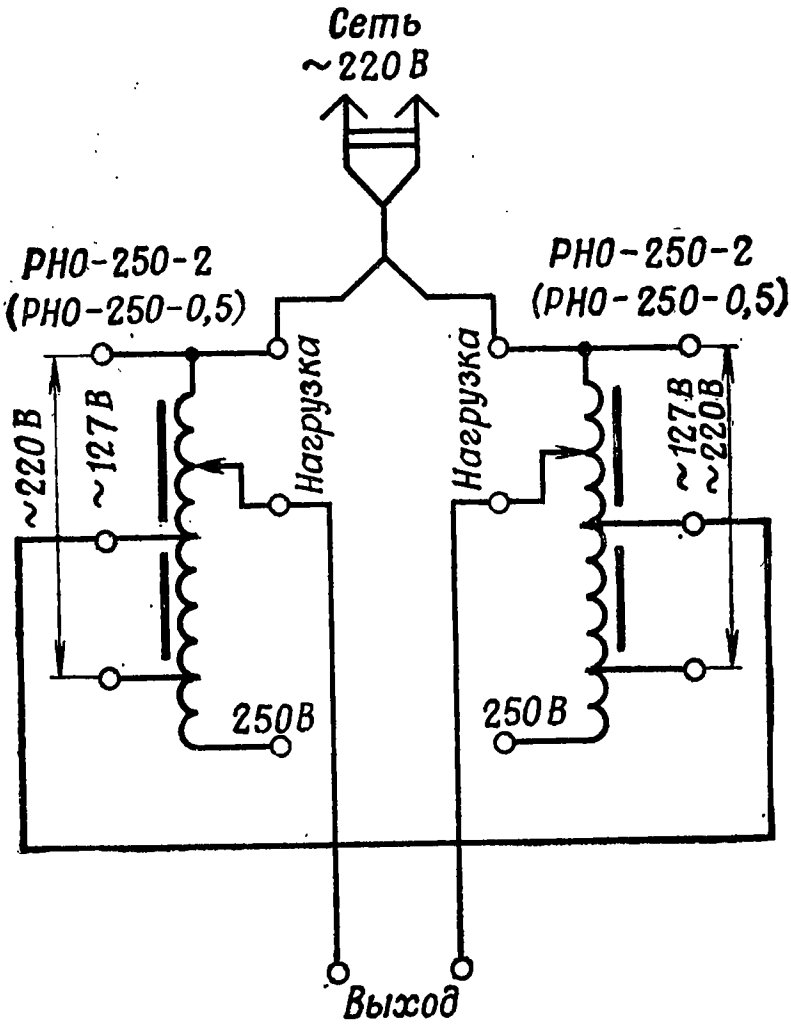


Рис. 38. Схема подключения двух автотрансформаторов к сети для получения удвоенного напряжения

1000 В, а используя регуляторы РНО-250-2, — до 700 В. В этом случае для ползунков регуляторов необходимо установить ограничители.

Наиболее простой способ регулирования напряжения — с помощью вольтодобавочных трансформаторов (рис. 40). Последовательно с потребителем включают обмотку II трансформатора Тр1, напряжение на которой может складываться (при согласном включении) с напряжением источника питания или вычитаться из него (при встречном включении). Выходное напряжение $U_{вых}$ определяется алгебраической суммой входного напряжения $U_{вх}$ и снимаемого со вторичной обмотки, т. е. $U_{вых} = U_{вх} \pm \Delta U$.

Достоинство этого способа в том, что трансформатор Тр1 рассчитывается на небольшую мощность, имеет малые габариты и

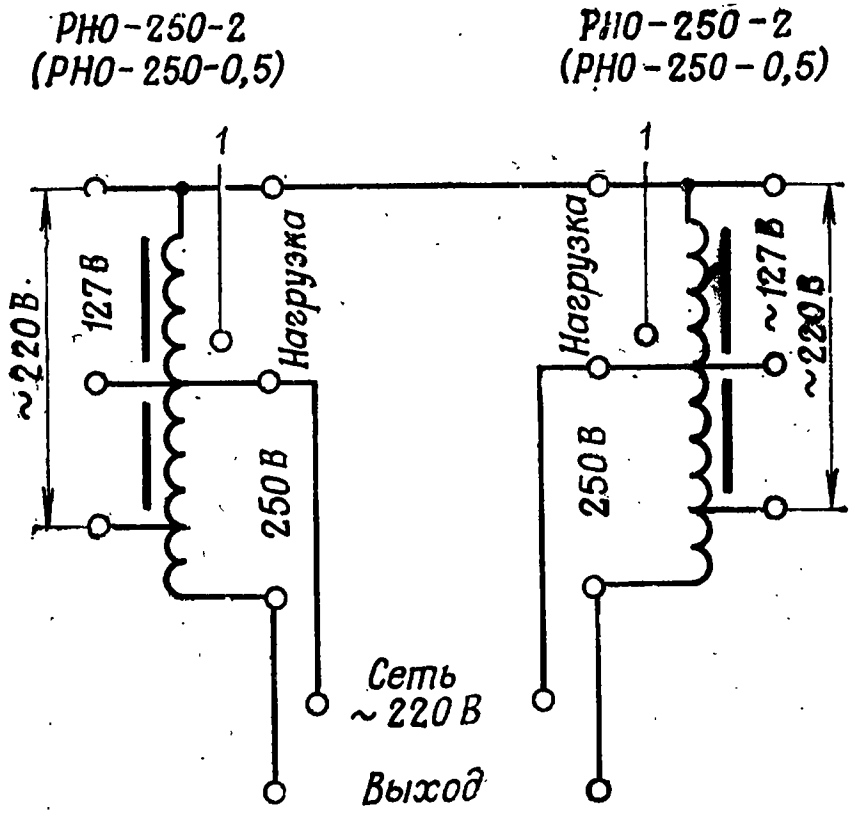


Рис. 39. Схема подключения двух автотрансформаторов для получения напряжения более 500 В:
1 — ограничитель поворота ручки

массу, т. е. он рассчитывается только на вольтодобавочную мощность $P_{тр}$.

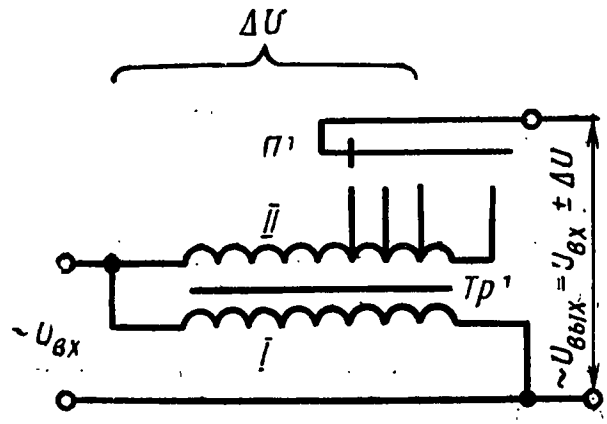


Рис. 40. Схема подключения вольтодобавочного трансформатора в цепь питания потребителя

Мощность $P_{тр}$ связана с проходящей мощностью (мощностью потребителя $P_{п}$) следующим соотношением:

$$P_{тр} \geqslant \frac{U_{рег} P_{п}}{100},$$

где $U_{рег}$ — процентное изменение напряжения сети от номинального значения напряжения питания.

Таким образом, если, например, требуется увеличить напряжение сети на 10%, то мощность вольтодобавочного трансформатора будет рассчитываться на мощность, в 10 раз меньшую потребляемой мощности, соответствующим устройством.

Вольтодобавочный трансформатор рассчитывают по известным формулам, предварительно определив по формуле его мощность. Вольтодобавочные трансформаторы целесообразно применять в том случае, когда необходимо регулировать напряжение в пределах не более ±35—40%. Они успешно работают при изменении тока нагрузки. Как показал опыт, их целесообразно применять при мощностях потребителей от десятков ватт до десятков киловатт. Кроме того, в войсковых условиях вольтодобавочные трансформаторы лучше всего использовать для защиты осветительных ламп от перегорания на объектах, подлежащих охране в ночное время, для обеспечения безаварийной работы электродвигателей как при повышенном, так и при пониженном напряжении, для питания радиотехнических устройств, особенно если длина линии электропередачи велика.

Для этой цели рекомендуется использовать регуляторы напряжения типов РНО-250-0,5 и РНО-250-2, внеся некоторые изменения в них, для чего на конец тороида домотать четыре обмотки по шесть витков провода диаметром 3,2 мм. Концы их вывести на клеммную плату, где и соединить последовательно или параллельно. На участок тороида, где доматывают обмотки, наложить два слоя изоляционной ленты. Переделанный таким образом регулятор напряжения РНО-250-2 позволяет регулировать напряжение у потребителей большой мощности в пределах, указанных в табл 2. Его можно использовать и как источник накальных напряжений 6,3; 12,6; 26 В.

Таблица 2

Пределы регулирования напряжения потребителей большой мощности

Предел регулирования напряжения, В	Наибольшая потребляемая мощность (В·А) для источников с напряжением	
	127 В	220 В
±6	15000	28000
±12	7000	14000
±24	3500	7000

Вольтодобавочные трансформаторы рекомендуется устанавливать у входа в мастерскую. С помощью отводов на его вторичной обмотке можно регулировать напряжение в зависимости от времени года или суток.

При питании трехфазных потребителей не допускается асимметрия напряжения. В разрыв фазы, где величина напряжения отличается от величины напряжения двух других фаз, включают

вольтодобавочный трансформатор. Однако он не обеспечивает плавной регулировки напряжения. Этот недостаток устраняется в комбинированных схемах, где изменяют напряжение на первичной обмотке трансформатора с помощью регулятора напряжения (рис. 41).

Перечисленные способы регулировки напряжения в широких пределах в ряде случаев требуют непрерывного контроля, поскольку из-за резкого увеличения напряжения (особенно при

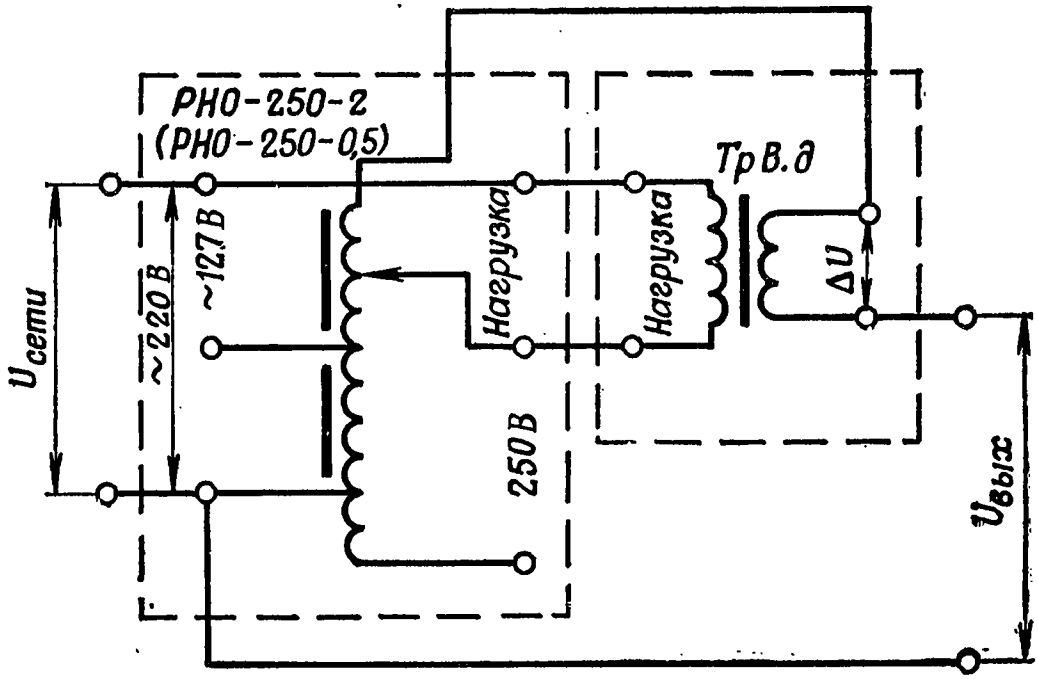


Рис. 41. Схема плавной регулировки напряжения с использованием вольтдобавочного трансформатора и автотрансформатора

сбросе нагрузки у других потребителей) аппаратура может выйти из строя. Для эксплуатации радиотехнических средств (там, где непрерывно изменяется питающее напряжение) применяют электромагнитные (феррорезонансные) стабилизаторы напряжения или стабилизаторы напряжения с дросселями насыщения. Феррорезонансные стабилизаторы обеспечивают высокую стабильность выходного напряжения, безынерционность действия, сохранение параметров в течение всего срока службы.

Стабилизаторы напряжения с дросселями насыщения могут иметь выходное напряжение как постоянного, так и переменного тока, обладают большой инерционностью, которая увеличивается в мощных стабилизаторах.

Способы регулировки и стабилизации напряжения питания в каждом конкретном случае выбираются в зависимости от условий эксплуатации аппаратуры.

Для регулировки напряжения у трехфазных потребителей при отсутствии трехфазных регуляторов напряжения рекомендуется применять однофазные регуляторы напряжения, соединяя их по схеме согласно рис. 42.

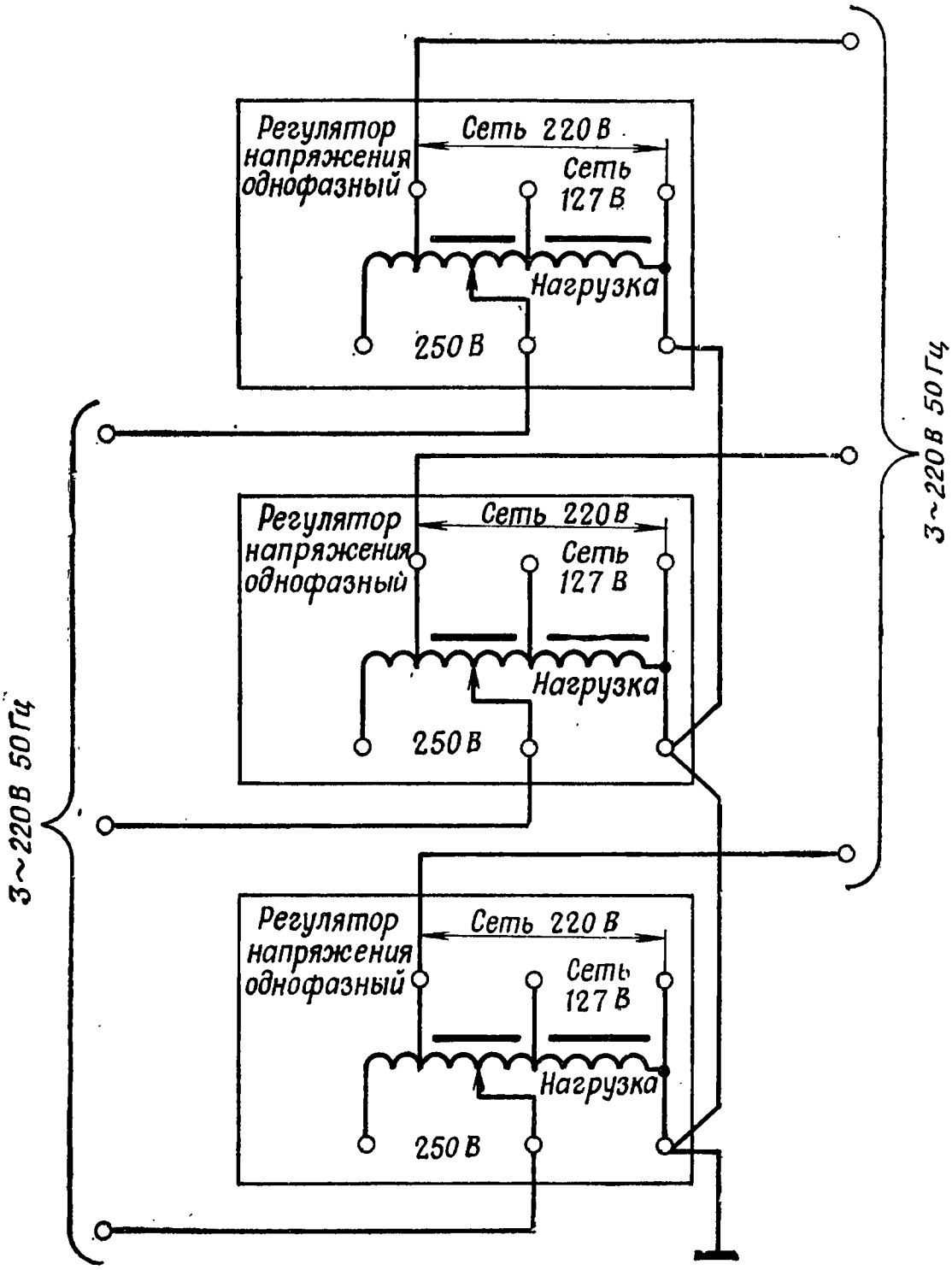


Рис. 42. Схема подключения автотрансформаторов для регулировки напряжения на входе трехфазных потребителей

2. ПЕРЕДАЮЩИЕ СИСТЕМЫ (УСТРОЙСТВА)

2.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Передающая система (устройство) предназначена для генерирования высокочастотных колебаний электромагнитной энергии требуемой несущей частоты, длительности, частоты следования и управления ими по заданному закону.

В общем случае в состав передающей системы (устройства) входят генератор СВЧ, блок запуска (синхронизатор), механизм (автоматы) перестройки, подмодулятор, модулятор и элементы питания (высоковольтный выпрямитель, зарядные кенотроны, стабилизатор напряжения накала и др.).

В зависимости от назначения станции, диапазона волн и т. п. в состав передающей системы (устройства) могут входить регулятор напряжения высоковольтного выпрямителя, импульсные умножители частоты, усилители мощности, зарядные линии, импульсный трансформатор, блок сложения мощности, предварительный усилитель, оконечный усилитель и т. п.

В настоящем разделе приведены сведения по ремонту передающих устройств с генераторами на металло-керамических лампах и магнетронах, передающих устройств с усилителями на лампах бегущей волны (ЛБВ) и на амплитронах.

> **Внимание!** При работе с включенным передающим устройством соблюдать правила техники безопасности, установленные для работы с высокими и высокочастотными напряжениями (разд. 2 части 1 настоящего Общего руководства), и требования по радиотехнической маскировке в соответствии с действующими приказами и инструкциями.

Во время ремонта передающего устройства в общем случае рекомендуется выполнять операции, указанные ниже.

Провести частичную разборку, минимально необходимую для дефектации блоков, узлов и для замены неисправных элементов.

После разборки провести дефектацию элементов внешним осмотром и опробованием, устранить замеченные дефекты. Специальные приборы (генераторные лампы, магнетроны, амплитроны, лампы бегущей волны) снимать в соответствии с указаниями ИЭ станции.

Элементы высокочастотного тракта, входящего в состав передающего устройства, должны быть проверены и отремонтированы в соответствии с указаниями разд. 4 настоящей части Общего руководства.

Проверить внешним осмотром электровакуумные и ионные приборы блоков передающего устройства. Стеклянные баллоны этих приборов не должны иметь трещин (особенно в местах выхода выводов), выводы не должны быть погнуты, внутри ламп не должно быть свободно перемещающихся частей.

Молочно-белый цвет газопоглотителя модуляторных ламп, высоковольтных кенотронов свидетельствует о том, что лампа «натекла»; такую лампу заменить.

При осмотре металло-керамических генераторных ламп следует обратить внимание на контактную поверхность в местах соединения выводов лампы с аппаратурой. На контактных поверхностях не должно быть следов нагара, так как это приводит к потере мощности и неустойчивой работе лампы в передающем устройстве.

При осмотре магнетрона (амплитрона) убедиться в отсутствии повреждений (разрушения или трещины) элементов вывода энергии, выводов питающих напряжений и других механических дефектов прибора. Осмотреть сочленение магнетрона с приводным устройством механизма перестройки частоты.

При осмотре ламп бегущей волны (ЛБВ) убедиться в отсутствии повреждений колбы и выводов. Зеркало газопоглотителя ЛБВ должно быть блестящим, но при этом допускается наличие различных оттенков. Молочно-белый цвет газопоглотителя свидетельствует о том, что лампа «натекла»; такую лампу заменить.

После удаления разбитой колбы тщательно осмотреть арматуру ЛБВ. Оставшиеся осколки могут привести к поломке новой лампы при ее установке.

Проверить на испытателе ламп электровакуумные и ионные приборы, кроме высоковольтных кенотронов, импульсных кенотронов, модуляторных ламп, генераторных ламп, магнетронов, амплитронов и ламп бегущей волны.

Проверить омметром отсутствие короткого замыкания электродов и обрыва в цепи подогревателя приборов.

Работоспособность высоковольтных и импульсных кенотронов, генераторных ламп, магнетронов, амплитронов и ламп бегущей волны проверять по месту их установки по нормальной работе передающего устройства.

Проверить мегаомметром сопротивление изоляции цепей, если имеются соответствующие указания в ИЭ.

Проверить блокировки шкафа или блоков передающего устройства.

При внешнем осмотре блокировок убедиться, что контактные поверхности не имеют нагаров, задирин, погнутых деталей, ослабленных пружин.

Проверить уровень масла в трансформаторах, линиях задержки и других наполненных маслом элементах.

Баки должны быть плотно закрыты. Течь масла в швах, прокладках и соединениях недопустима.

Проверить систему охлаждения. В системе воздушного охлаждения не должно быть прорывов воздуховодов, загрязнения сеток в воздуховодах, погнутостей крыльчаток и вентиляторов.

В системе жидкостного охлаждения не должно быть течи охлаждающей жидкости в местах соединений элементов канала охлаждения, а также в гибких (резиновых) шлангах.

В системе охлаждения проверить срабатывание элементов защиты (пневмореле, центробежные реле и т. д.) в случае прекращения работы вентиляторов или насоса. Передающее устройство не включать или включить частично (для включения системы охлаждения). Срабатывание элементов защиты проверять по загоранию сигнальных ламп или омметром, подключая его к соответствующим цепям.

Проверить влагопоглотители масляных трансформаторов и других элементов согласно указаниям ИЭ.

Убедиться, что встроенные приборы прошли контрольную поверку. Если срок действия контрольной поверки истек, провести ее.

Проверить внешним осмотром высоковольтные цепи и элементы (изоляторы, шины, провода). Высоковольтные провода не должны иметь разрушений внешней изоляции. Поверхность изоляторов и контактов высоковольтных элементов не должна быть загрязнена.

Проверить съемные блоки питания (кроме высоковольтных) и подмодуляторы вне станции или в станции, установив их в шкаф передающего устройства или подключив к разъемам шкафа ремонтными (удлинительными) кабелями.

В случае проверки блоков вне станции необходимые напряжения питания подавать от блоков питания станции или от универсальных источников питания.

Проверить напряженность магнитного поля магнитной системы и работу элементов устройства защиты контроля и управления (подразд. 2.7 и 2.10 настоящей части Общего руководства).

Собрать передающее устройство. Установить снятые ранее блоки.

При сборке обратить внимание на правильность сочленения узлов, подключения кабелей и соединения волноводов (коаксиальных фидеров). Некачественное соединение элементов высокочастотного тракта вызывает искрение между фланцами или разъемами, приводит к увеличению коэффициента стоячей волны тракта.

Подключить к выходу передающего устройства или к выходу антенного переключателя эквивалент антенны из комплекта станции.

Подать импульсы запуска на подмодулятор (модулятор) передающего устройства от блока запуска станции или от генератора импульсов.

Проверить в станции устройство защиты, контроля и управления, модулятор и передающее устройство в сборе с включением высокого напряжения (подразд. 2.3—2.10 настоящей части Общего руководства).

Маломощное передающее устройство, выполненное в виде съемного блока, допускается проверять вне станции на рабочем месте.

Если передающее устройство длительное время не включалось, необходимо провести жестчение (тренировку) модуляторных ламп, высоковольтных кенотронов, выпрямительных газотронов и тиратронов, генераторных ламп, магнетрона и амплитрона согласно указаниям ИЭ.

Жестчение обязательно проводить и при установке в передающее устройство новых приборов, не бывших в эксплуатации.

2.2. ПОДМОДУЛЯТОРЫ

2.2.1. Общие сведения

Подмодуляторы предназначены для формирования импульсов управления модулятором. Конструктивно подмодулятор выполняется в виде отдельного блока или размещается в одном блоке совместно с модулятором.

Формирование импульсов по длительности осуществляется первым каскадом. Последующие каскады выполняют функции усилителя. Каскады усиления в схеме подмодулятора могут отсутствовать.

Схемы модуляторов предусматривают режим работы с внешним запуском, с внутренним запуском или оба режима работы.

2.2.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей подмодуляторов следует пользоваться Перечнем (табл. 3)

Таблица 3

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Отсутствуют выходные импульсы подмодулятора на контрольных гнездах	Неисправна цепь запуска	Проверить цепь запуска; устранить неисправность
	Отсутствует анодное питание на лампе каскада формирования	Проверить цепь анодного питания подмодулятора
	Вышла из строя одна из ламп подмодулятора	Заменить неисправную лампу
При просмотре импульса подмодулятора на экране осциллографа положение импульса неустойчиво	На лампу каскада формирования импульса не подается напряжение смещения	Проверить цепь смещения каскада формирования импульса; устранить неисправность

Окончание табл. 3

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Амплитуда импульсов на выходе подмодулятора не соответствует требуемой величине	Каскады усиления работают не в режиме	Проверить режимы питания каскадов усиления или заменить лампу
Длительность импульсов на выходе подмодулятора не соответствует требуемой величине	Неисправен каскад формирования импульса	Проверить элементы схемы каскада формирования импульса; проверить режим его работы
Частота повторения импульсов на выходе подмодулятора в режиме внутреннего запуска не соответствует требуемой величине	Неисправны элементы, от которых зависит частота повторения	Проверить элементы, при необходимости заменить их

2.2.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:

отсутствие самовозбуждения и ложного запуска в режиме внешнего запуска;

амплитуда, длительность и форма импульса на выходе подмодулятора;

частота следования импульсов на выходе подмодулятора в режиме внутреннего запуска.

2.2.4. Методика проверки технических требований

В режиме внешнего запуска подмодулятор не должен срабатывать при отсутствии импульсов запуска и от импульсов амплитудой, меньше требуемой.

Проверять в следующем порядке:

подключить вход *Y* (вход усилителя вертикального отклонения) осциллографа к выходу первого каскада или к выходу подмодулятора; включить осциллограф в режим ждущей развертки с синхронизацией от генератора импульсов;

включить подмодулятор в режим внешнего запуска;

подать на вход подмодулятора от генератора импульсов импульсы запуска необходимой амплитуды, полярности, длительности и частоты следования (на экране осциллографа должно быть изображение импульса; если импульс отсутствует, проверить режим работы каскадов);

уменьшить амплитуду запускающего импульса до величины, меньше требуемой. На экране осциллографа не должно появляться изображение импульса — подмодулятор не срабатывает.

Если подмодулятор срабатывает при подаче запускающих импульсов с амплитудой, меньше требуемой, проверить напряже-

ние смещения лампы первого каскада и качество электрического монтажа.

Амплитуда и длительность импульса на выходе подмодулятора в режиме внутреннего или внешнего запуска должны быть в пределах, указанных в ИЭ или ТО.

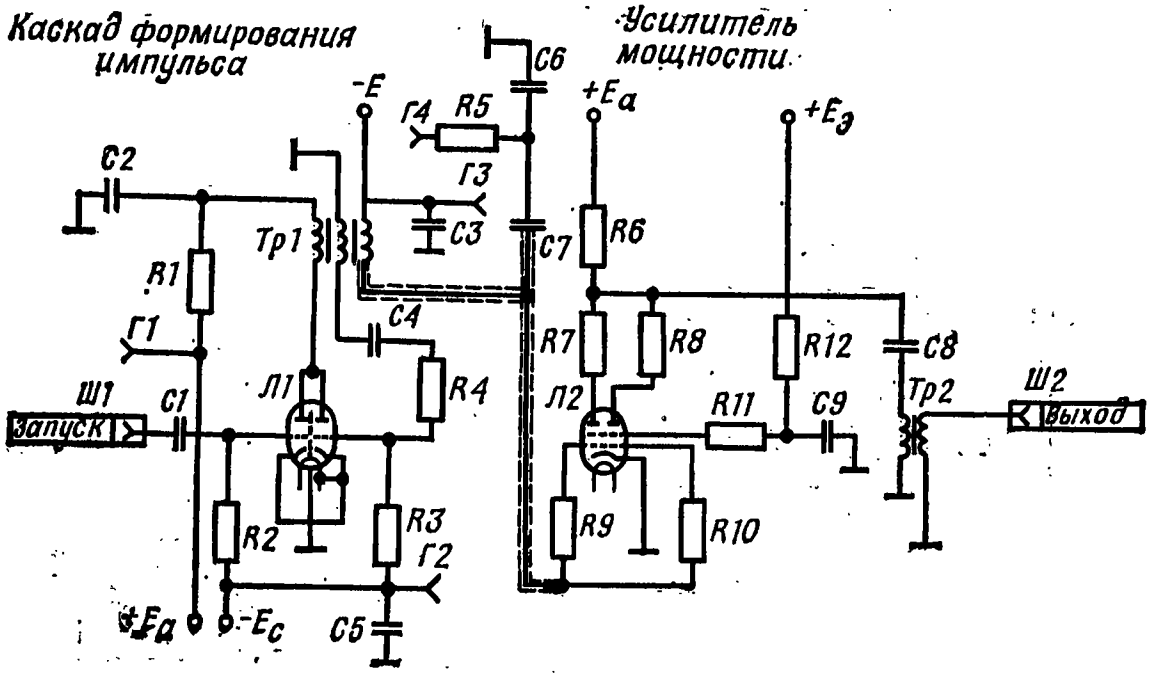


Рис. 43. Принципиальная электрическая схема подмодулятора с внешним запуском

Проверять осциллографом с калибратором амплитуды и длительности.

В схеме подмодулятора, изображенной на рис. 43 (схема подмодулятора с внешним запуском и входным каскадом на блокинг-генераторе), длительность импульса определяется величиной емкости времязадающего конденсатора С4 и резистора R4 (прямая зависимость). Если длительность импульса меньше требуемой величины, увеличить емкость конденсатора С4 и сопротивление резистора R4, если длительность больше — уменьшить значение емкости конденсатора С4 или уменьшить сопротивление резистора R4.

В случае когда амплитуда импульса не соответствует требуемой величине, проверить лампы Л1 и Л2 и режимы питания каскадов на этих лампах.

На рис. 44 изображена схема первого каскада подмодулятора, в которой импульсы формируются линиями задержки *1* и *2*.

Если на выходе подмодулятора с таким каскадом длительность импульсов не соответствует требуемой величине, проверить линии задержки данного каскада: омметром проверить целость цепи между точками *Н* и *К* и отсутствие замыкания между точками *Н* и *О*.

При длительности импульсов больше требуемой уменьшить число ячеек линии, при длительности импульсов меньше требуемой увеличить число ячеек.

Частота следования импульсов на выходе подмодулятора в режиме внутреннего запуска должна соответствовать данным, указанным в ИЭ или Формуляре.

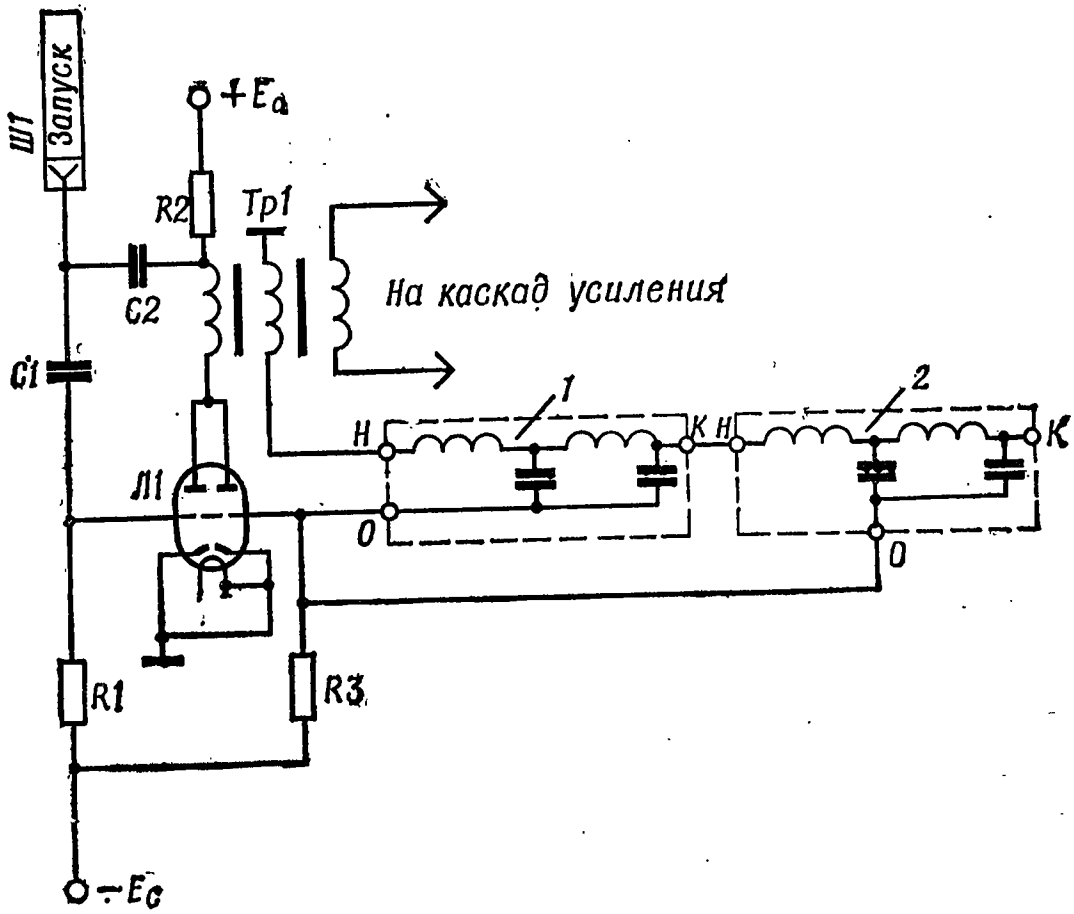


Рис. 44. Принципиальная электрическая схема первого каскада подмодулятора с формирующими линиями:
1 и 2 — линии задержки

Частоту следования проверять осциллографом по методике, изложенной в п. 1.9.3. Осциллограф подключить к выходу подмодулятора или к гнезду контроля импульса.

В схеме подмодулятора, изображенной на рис. 45, элементом изменения частоты следования импульсов является переменный резистор R4 РЕГУЛИРОВКА ЧАСТОТЫ.

В случае когда не удается установить требуемую частоту следования, проверить переменный резистор R4, резистор R5, конденсатор С5 и дроссель Др1, резистор R1 и конденсатор С1, трансформатор Тр2.

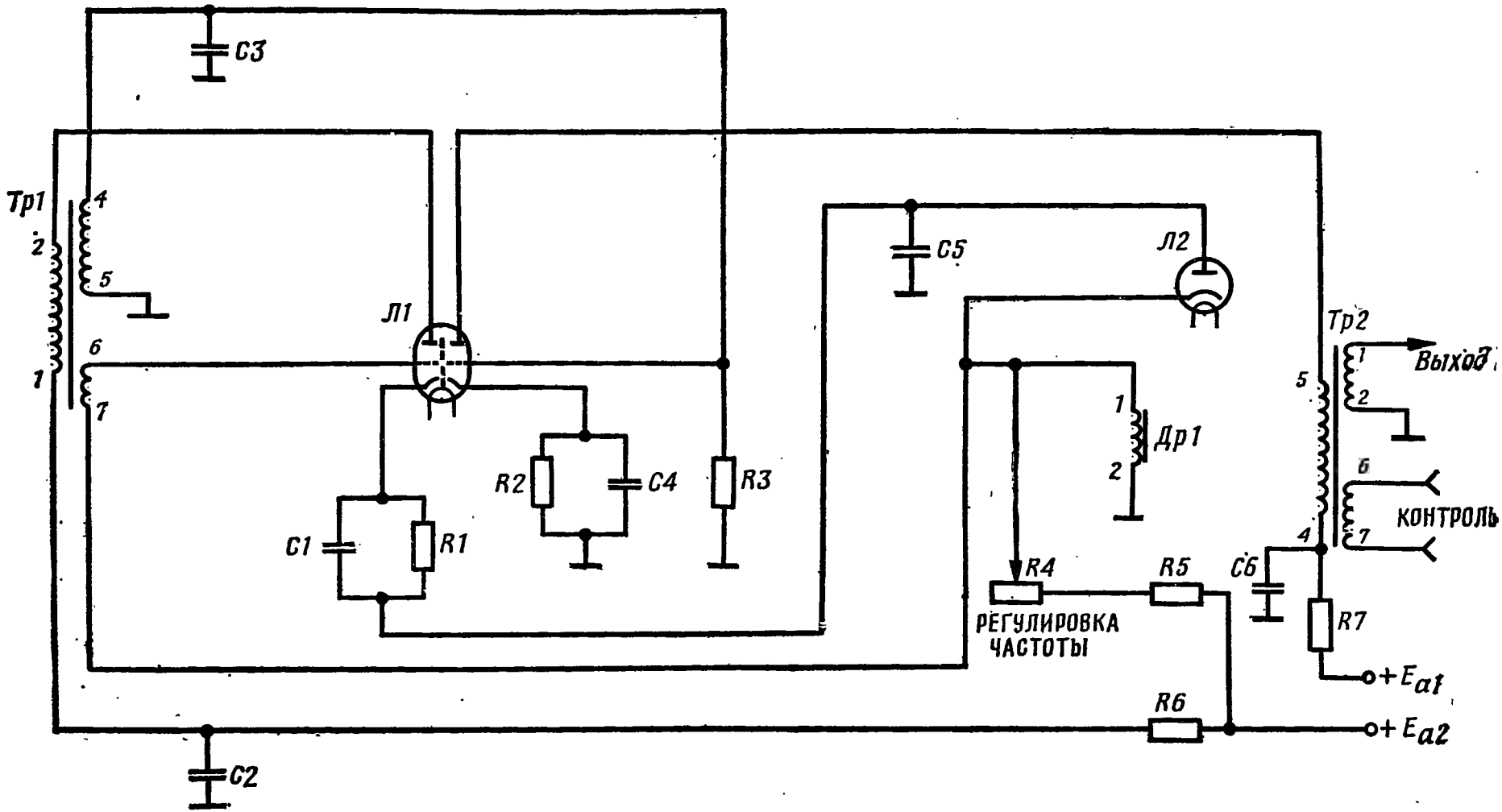


Рис. 45. Принципиальная электрическая схема подмодулятора с регулировкой частоты следования импульсов

2.3. ЛАМПОВЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ МОДУЛЯТОРЫ

2.3.1. Общие сведения

Модуляторы предназначены для формирования мощных модулирующих импульсов напряжения с заданной частотой повторения и длительностью, используемых для осуществления модуляции генератора СВЧ.

В общем случае в схему импульсного модулятора должны входить накопитель энергии (конденсаторы), коммутирующее устройство (лампа), источник электрической энергии.

В зависимости от особенностей конструкции в состав модулятора дополнительно входят зарядный дроссель, подавляющий диод, каскады формирования импульсов, усилитель мощности и т. д.

В зависимости от особенностей схемного построения различают три типа модуляторов: с частичным разрядом емкостного накопителя, с полным разрядом емкостного накопителя, с полным разрядом накопительной искусственной линии.

2.3.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей ламповых импульсных модуляторов следует пользоваться Перечнем (табл. 4).

Таблица 4

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
При включении высокого напряжения модулятор не работает (нет импульсов на контрольных гнездах)	На вход модулятора не поступают импульсы запуска	Проверить цепь запуска
	Вышла из строя одна из ламп модулятора	Заменить лампу
	Неисправность в блоке высоковольтного выпрямителя	Проверить блок высоковольтного выпрямителя
Срабатывает защита высоковольтного выпрямителя	Пробой в модуляторной лампе	Визуально определить неисправную лампу и заменить ее
	Отсутствует напряжение смещения на модуляторных лампах	По схеме блока проверить исправность цепей смещения
Нет напряжения на контрольных гнездах	Сгорели предохранители	Заменить предохранители
	Неисправна дверная блокировка шкафа	Устранить неисправность блокировки

Окончание табл. 4

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Работа модулятора неустойчива Пробои в модуляторных лампах (временами наблюдается яркое свечение внутри баллона лампы) Длительность импульса на выходе модулятора не соответствует требуемой величине	Мала амплитуда импульса запуска Вышел из строя демпфирующий диод Вышла из строя модуляторная лампа Вышли из строя или накопительный конденсатор, или ограничительные резисторы, или зарядный дроссель	Проверить цепь запуска Заменить неисправный диод Заменить неисправную лампу Проверить указанные элементы, при необходимости заменить их
Амплитуда импульса на выходе модулятора не соответствует требуемой величине	Мало анодное напряжение Вышел из строя накопительный конденсатор Вышла из строя лампа	Проверить цепь анодного питания Заменить конденсатор Заменить лампу

2.3.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:

форма, длительность и амплитуда импульсов на выходе модулятора;

частота следования импульсов, если модулятор работает в режиме внутреннего запуска (по методике, изложенной в п. 2.2.4).

2.3.4. Методика проверки технических требований

Форма импульса, его амплитуда и длительность на выходе модулятора должны соответствовать данным, указанным в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

подключить осциллограф к разъему или гнезду контроля импульса модулятора;

подать запускающие импульсы от генератора импульсов на вход модулятора (или на вход подмодулятора);

включить напряжение питания модулятора; если при этом внутри модуляторной лампы или импульсного кенотрона наблюдается розовое свечение (лампа «натекла»), то эту лампу заменить.

При установке в блок новых ламп с допустимым анодным напряжением (от 6 до 30 кВ) обязательно провести их тренировку (жестчение) согласно методике, изложенной в ИЭ.

Тренировку ламп провести также, если наблюдаются внутри лампы пробои. Внешне они проявляются в резких колебаниях стрелки прибора, измеряющего ток нагрузки модулятора, и вы-

ключениях реле защиты анодного выпрямителя по максимальному току.

Если пробои не прекращаются, лампу заменить; проверить осциллографом форму, амплитуду и длительность импульсов модулятора.

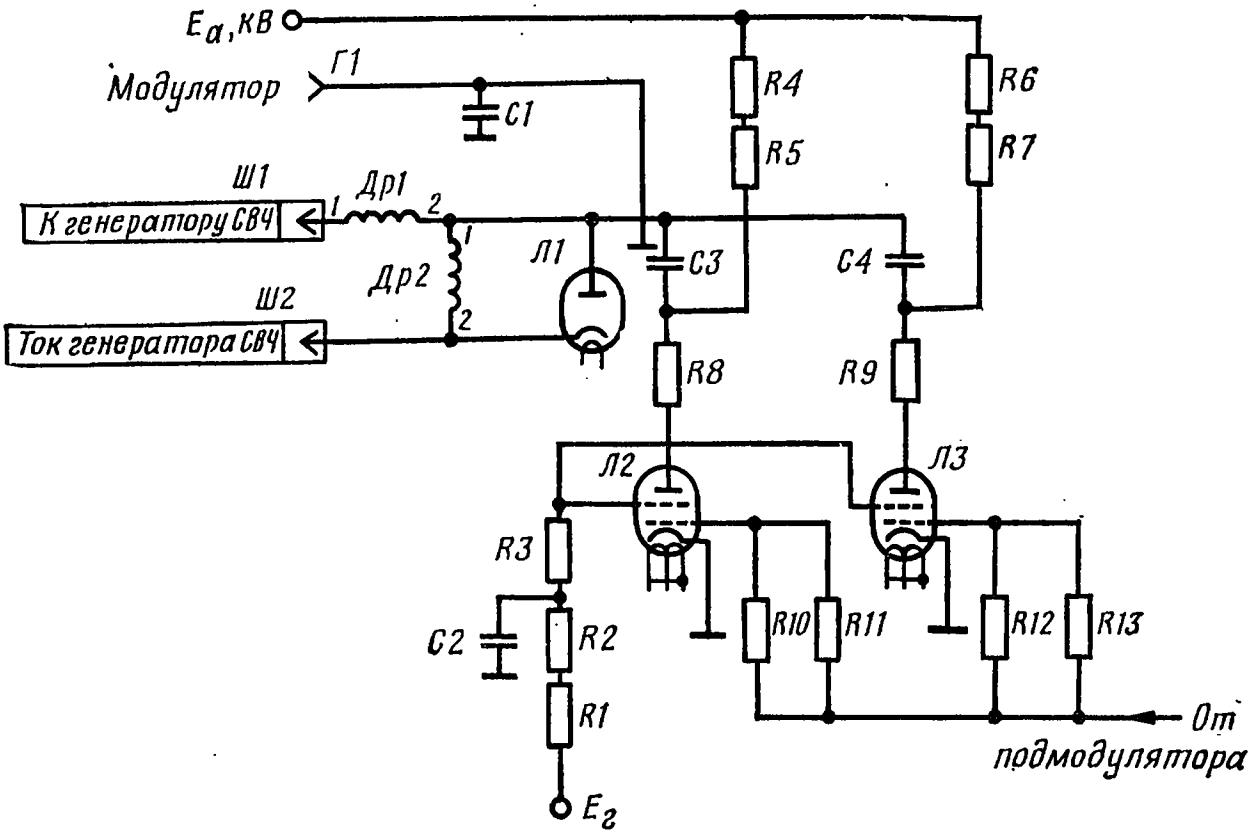


Рис. 46. Принципиальная электрическая схема модулятора с двумя параллельно включенными лампами

Если после непродолжительной работы блока внутри модуляторных ламп наблюдается голубоватое свечение (у стенок баллона), проверить систему охлаждения ламп.

Возможные неисправности применительно к конкретным схемам модуляторов, являющиеся наиболее распространенными, рассмотрены ниже.

На рис. 46 изображена схема модулятора с двумя параллельно включенными лампами Л2, Л3 и с разделенным включением накопительных конденсаторов С3 и С4. Заряд конденсаторов происходит через ограничительные резисторы R4—R7 и зарядный дроссель Др2.

Если в данной схеме модулятора длительность импульса на контрольном гнезде МОДУЛЯТОР не соответствует требуемой величине, проверить накопительные конденсаторы С3 и С4, ограничительные резисторы R4—R7, зарядный дроссель Др2.

Если время спада импульса больше требуемой величины, проверить дроссель Др2.

В случае когда по окончании модулирующего импульса наблюдается выброс обратной полярности амплитудой, больше требуемой, или колебательный процесс, проверить клипперный (ограничительный) диод (лампу Л1).

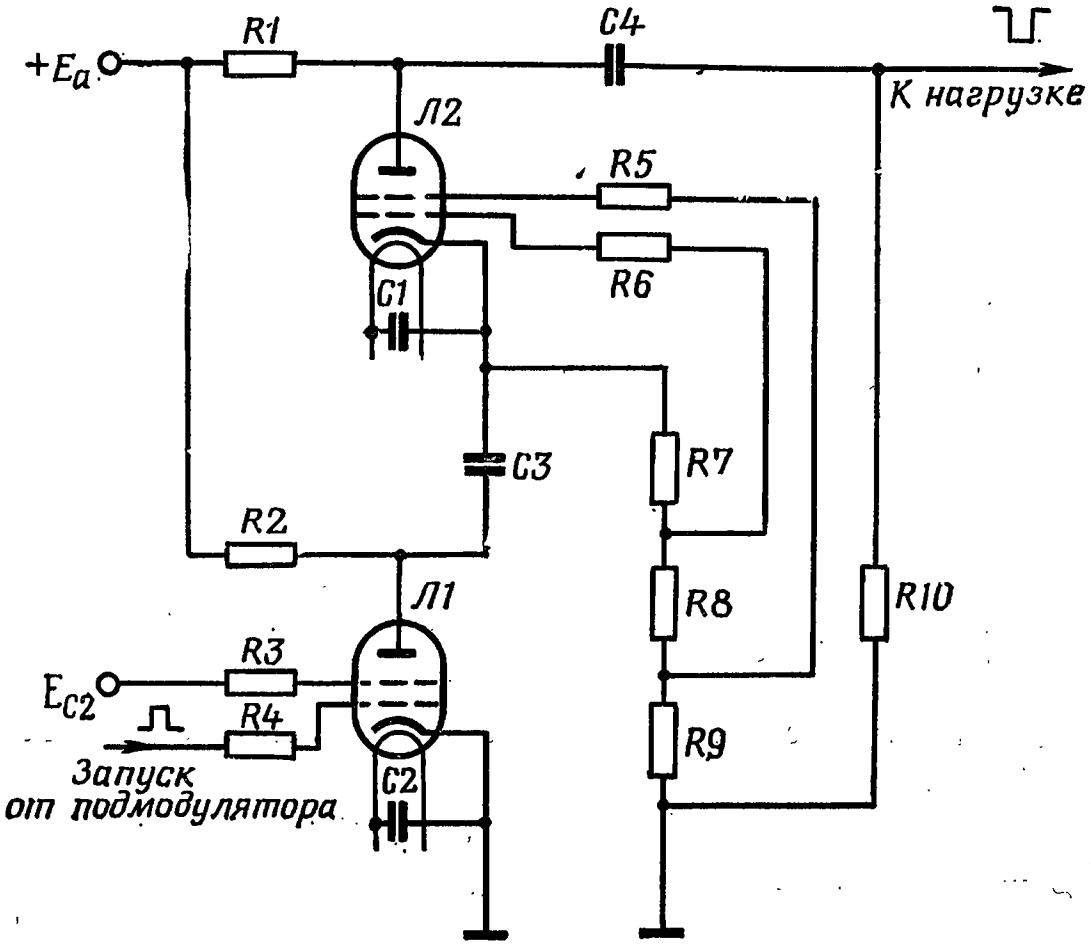


Рис. 47. Принципиальная электрическая схема модулятора с последовательным включением ламп

При несоответствии амплитуды импульса требуемой величине проверить режимы питания каскадов модулятора, заменить лампы Л2 и Л3.

На рис. 47 изображена схема модулятора с последовательным включением ламп. В такой схеме применяются более низковольтные модуляторные лампы, чем в схеме с параллельным включением ламп.

Если в данном модуляторе длительность фронта импульса на выходе больше требуемой величины, проверить резисторы R1, R2, R7—R9, которые участвуют в заряде конденсаторов C3 и C4.

В случае когда длительность спада импульса больше требуемой величины, проверить резисторы R7—R9, через которые протекает разряд конденсатора C3.

При несоответствии амплитуды импульса требуемой величине проверить конденсатор C4 и величину анодного напряжения.

На рис. 48 изображена схема с трансформаторной связью модуляторной лампы с нагрузкой.

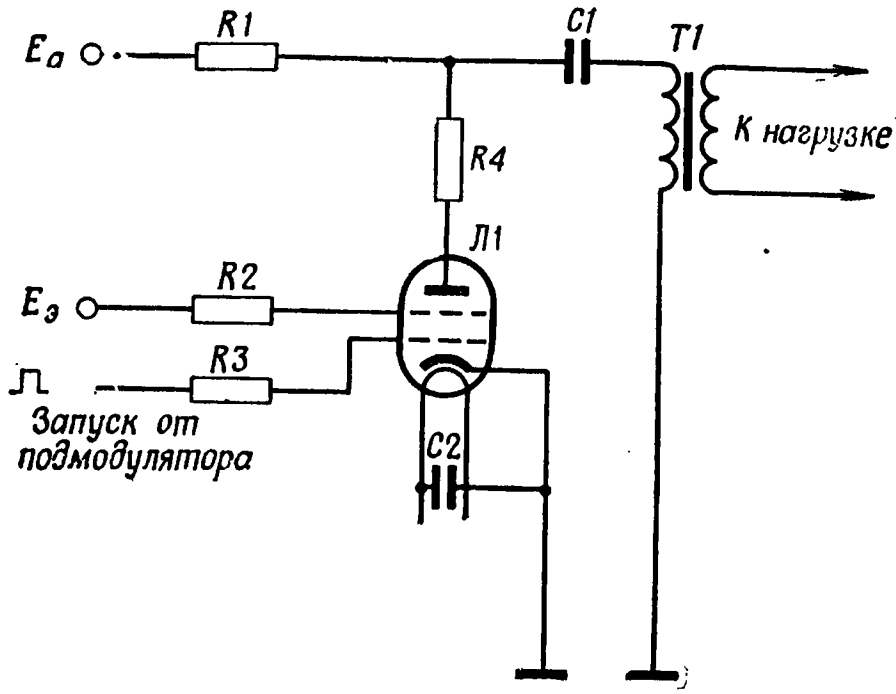


Рис. 48. Принципиальная электрическая схема модулятора с трансформаторной связью модуляторной лампы с нагрузкой

Если длительность импульса не соответствует требуемой величине, проверить конденсатор С1 и резистор R1.

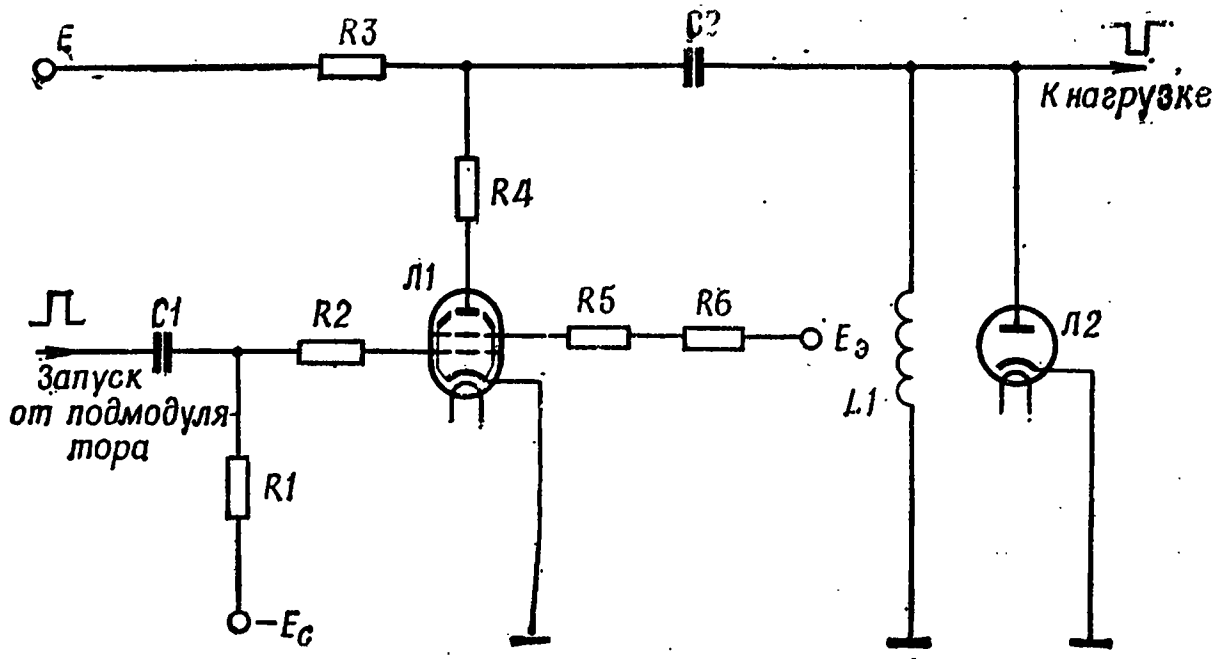


Рис. 49. Принципиальная электрическая схема однолампового модулятора

В случае когда амплитуда импульса не соответствует требуемой величине, проверить трансформатор Тр1, заменить лампу модулятора.

На рис. 49 изображена схема однолампового модулятора с частичным разрядом накопительного конденсатора С2.

Если в данной схеме амплитуда импульса на выходе модулятора не соответствует требуемой величине, проверить конденсатор С2, резисторы R3, R4, катушку индуктивности L1, проверить режим работы лампы Л1.

Если длительность импульса не соответствует требуемой величине, проверить конденсатор С2, заменить лампу Л1.

Если после окончания модулирующего импульса наблюдается выброс обратной полярности, проверить клипперный (ограничительный) диод (лампу Л2).

Если длительность спада импульса больше требуемой величины, проверить индуктивность катушки L1.

2.4. ИМПУЛЬСНЫЕ МОДУЛЯТОРЫ НА ВОДОРОДНЫХ ТИРАТРОНАХ

2.4.1. Общие сведения

Назначение модулятора указано в п. 2.3.1. В качестве коммутирующего устройства в модуляторах данного типа используется тиратрон. В зависимости от особенностей конструкции в состав модулятора входят искусственная линия, канал поджигающих импульсов, накопитель, импульсный трансформатор, стабилизатор напряжения и т. д.

2.4.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей импульсных модуляторов на водородных тиратронах следует пользоваться Перечнем (табл. 5).

Таблица 5

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет показаний миллиамперметра на передней панели шкафа; киловольтметр показывает нормальное напряжение	Не подаются поджигающие импульсы на тиратрон	Проверить цепь поджига в модуляторе
	Вышел из строя тиратрон	Заменить тиратрон
Миллиамперметр показывает завышенный ток, срабатывает реле перегрузки выпрямителя	Пробит зарядный дроссель	Заменить дроссель
	Пробиты конденсаторы искусственной линии	Заменить конденсаторы
	Пробит трансформатор накала	Заменить трансформатор

Окончание табл. 5

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Срабатывает реле перегрузки выпрямителя или модулятора	Обрыв в цепи нагрузки модулятора	Отыскать место обрыва и устранить неисправность
Отсутствуют выходные импульсы модулятора	Нет запускающих импульсов	Проверить цепь запуска
	Обрыв в обмотке импульсного трансформатора	Заменить трансформатор
	Отсутствует анодное напряжение на тиратроне	Проверить цепь анодного питания
	Не подаются поджигающие импульсы на сетку тиратрона	Проверить цепь поджига модулятора
	Вышел из строя тиратрон	Заменить тиратрон
Наблюдается пробой тиратрона	Вышел из строя дроссель, ограничивающий скорость нарастания тока в анодной цепи	Проверить дроссель, при необходимости заменить его
Форма напряжения заряда искусственной линии не соответствует требуемой	Вышел из строя зарядный дроссель	Проверить и при необходимости заменить его
Длительность импульса на выходе модулятора не соответствует требуемой величине	Вышли из строя катушки индуктивности либо конденсаторы формирующей линии	Проверить элементы и при необходимости заменить их
	Вышел из строя корректирующий резистор	Заменить резистор
Амплитуда импульса на выходе модулятора не соответствует требуемой величине	Вышел из строя импульсный трансформатор	Заменить трансформатор

2.4.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:

форма напряжения заряда искусственной линии;

длительность и амплитуда импульса на выходе модулятора;

частота следования импульсов, если модулятор работает в режиме внутреннего запуска (по методике, изложенной в п. 2.2.4).

2.4.4. Методика проверки технических требований

Проверка и настройка импульсного модулятора на водородном тиратроне изложены на примере модулятора, принципиальная электрическая схема которого изображена на рис. 50.

Накопителем энергии служит искусственная (формирующая) линия.

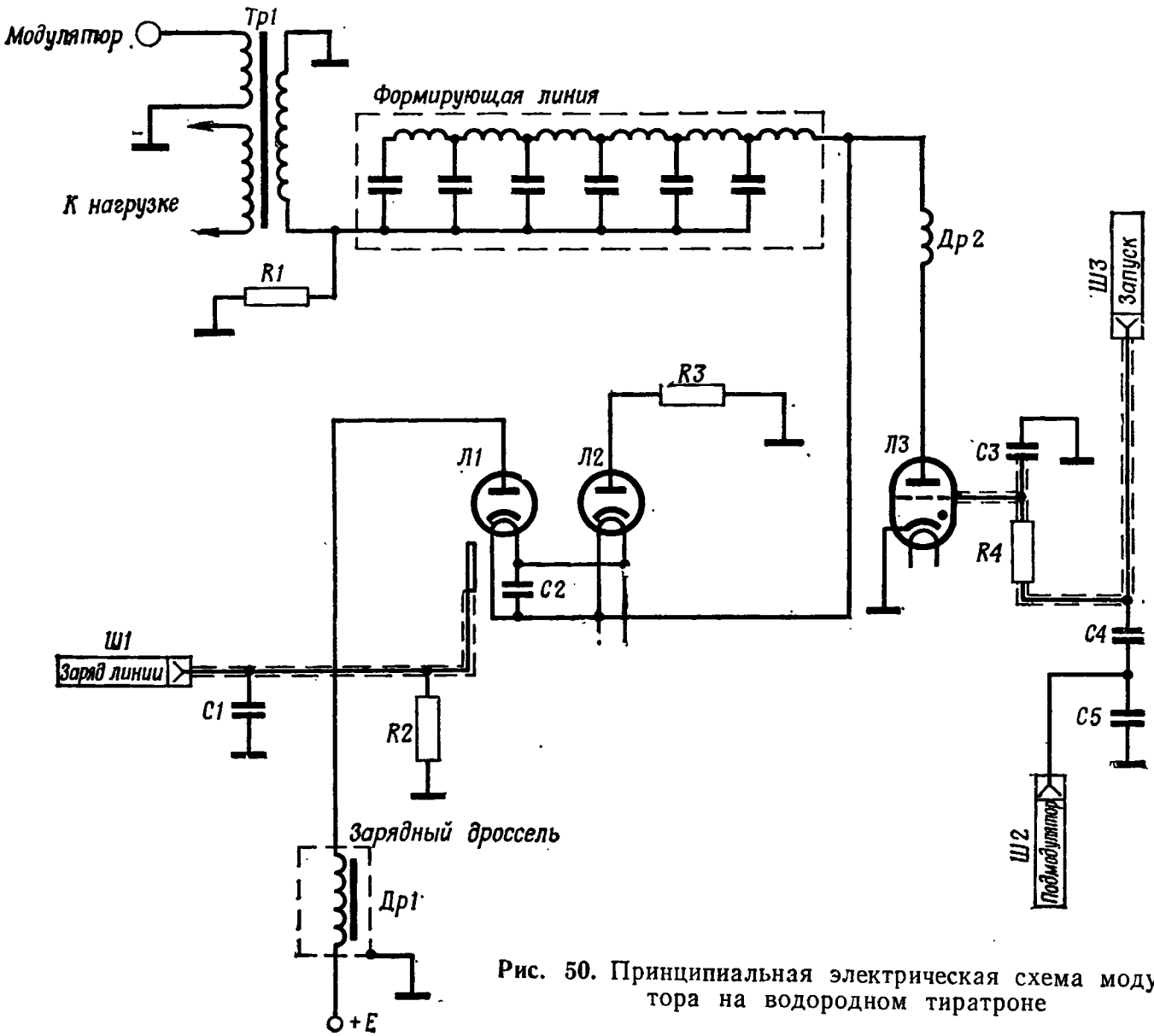


Рис. 50. Принципиальная электрическая схема модулятора на водородном тиратроне

Заряд искусственной линии происходит через зарядный дроссель и зарядный диод Л1, импульсный трансформатор Тр1 от высоковольтного выпрямителя. Разряд искусственной линии происходит через тиратрон Л3 и первичную обмотку импульсного трансформатора с момента подачи на управляющую сетку тиратрона запускающих импульсов.

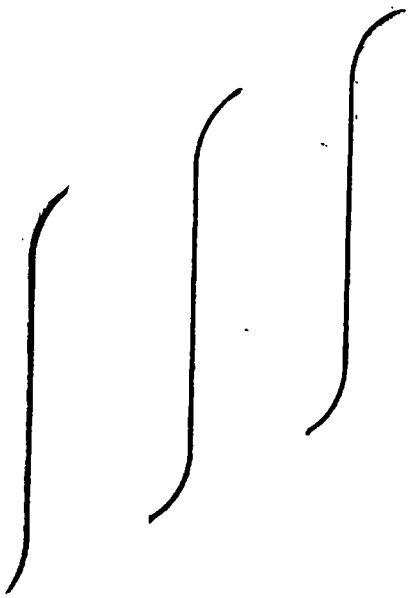


Рис. 51. Форма напряжения заряда формирующей линии на экране осциллографа при оптимальной величине индуктивности зарядного дросселя

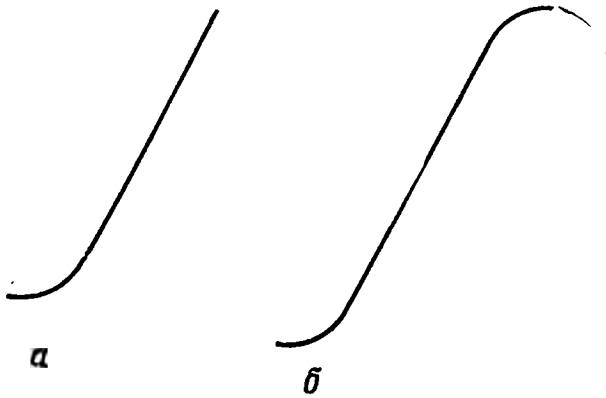


Рис. 52. Форма напряжения заряда формирующей линии:
а — при большой индуктивности зарядного дросселя; *б* — при малой индуктивности зарядного дросселя

Форма напряжения заряда искусственной линии должна соответствовать осциллограмме, изображенной на рис. 51 или приведенной в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

подключить вход *Y* осциллографа к разъему или гнезду контроля заряда линии;

включить передающее устройство;

включить осциллограф в режим непрерывной развертки;

наблюдать на экране осциллографа форму напряжения заряда формирующей линии.

В зависимости от установки скорости развертки на экране осциллографа должно быть изображение одного или нескольких полных колебаний зарядного напряжения (рис. 51).

Если при включении передающего устройства происходит пробой тиратрона, проверить дроссель Др2, ограничивающий скорость нарастания тока в анодной цепи тиратрона. При несоответствии формы напряжения заряда требуемой проверить зарядный дроссель.

В случае когда после установки отремонтированного дросселя на экране осциллографа наблюдается форма напряжения заряда, изображенная на рис. 52, *а*, индуктивность зарядного дросселя Др1 велика; если форма напряжения заряда соответствует изображенной на рис. 52, *б*, индуктивность зарядного дросселя мала.

Длительность и амплитуда импульса на выходе модулятора должны соответствовать требованиям, изложенным в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

подключить вход *Y* осциллографа к гнезду контроля модулирующего импульса (к гнезду МОДУЛЯТОР — по схеме рис. 50), на вход *X* осциллографа подать от генератора импульсов синхронизирующие импульсы;

включить осциллограф в режим ждущей развертки;

измерить длительность и амплитуду импульса.

Если длительность импульса не соответствует требуемой, проверить элементы (катушки индуктивности и конденсаторы) линии задержки.

В случае когда катушки индуктивности формирующей линии имеют сердечники, то, перемещая сердечники и этим изменяя индуктивность катушек, добиться требуемой величины длительности импульса.

При увеличении общей длительности импульса вследствие увеличения длительности спада импульса проверить корректирующий резистор R1, включенный параллельно первичной обмотке импульсного трансформатора Тр1. Увеличение сопротивления резистора R1 вызывает уменьшение длительности спада.

Если амплитуда модулирующего импульса не соответствует требуемой величине, проверить трансформатор Тр1.

При наличии положительных выбросов или колебательного процесса после окончания импульса проверить резистор R3, заменить импульсный кенотрон Л2.

2.5. МАГНИТНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ МОДУЛЯТОРЫ

2.5.1. Общие сведения

В качестве коммутирующих устройств в магнитных импульсных модуляторах используются нелинейные индуктивности (дроссели).

Для получения коротких импульсов используется многокаскадная схема магнитного импульсного модулятора. Структурная схема такого модулятора изображена на рис. 53.

Входной каскад преобразует напряжение, получаемое от источника переменной э. д. с. (величины, необходимой для схемы сжатия).

Схема сжатия превращает синусоидальное напряжение источника переменной э. д. с. в однополярные кратковременные импульсы длительностью несколько микросекунд или долей микросекунды.

Для создания начальной асимметрии синусоидального питающего напряжения, которая позволяет получить однополярные импульсы, служит цепь подмагничивания,

Формулирующая линия служит для получения прямоугольного модулирующего импульса.

В зависимости от особенностей конструкции в состав модулятора входят накопительный элемент, зарядная индуктивность, коммутирующий дроссель, импульсный трансформатор и т. д.

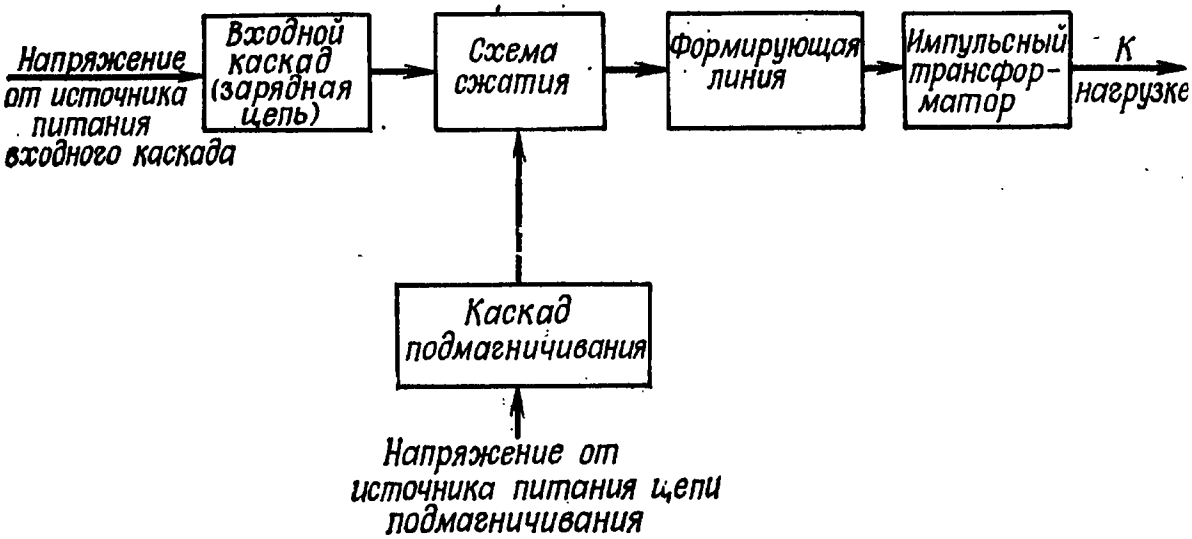


Рис. 53. Структурная схема магнитного импульсного модулятора

2.5.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей магнитных импульсных модуляторов следует пользоваться Перечнем (табл. 6).

Таблица 6

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
При включении передатчика ток подмагничивания почти не регулируется	Неисправна цепь стабилизации переменного напряжения в блоке питания	Проверить блок питания цепи подмагничивания согласно разд. 6
Отсутствует ток подмагничивания по контрольному прибору	Вышел из строя дроссель подмагничивания	Заменить дроссель
	Неисправен источник питания цепи подмагничивания	Отыскать неисправность и устранить
Отсутствуют импульсы на выходе модулятора	Вышел из строя импульсный трансформатор	Заменить трансформатор
	Отсутствуют импульсы запуска на входе модулятора	Проверить цепь запуска, неисправность устранить

Окончание табл. 6

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранеиия
Амплитуда импульса на выходе модулятора не соответствует требуемой величине	Изменился ток подмагничивания	Отрегулировать ток подмагничивания согласно п. 2.5.4
Длительность импульса на выходе модулятора не соответствует требуемой величине	Не настроена формирующая линия	Настроить линию согласно п. 2.5.4

2.5.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:
ток подмагничивания;
резонансная частота входного каскада;
длительность, амплитуда и форма импульсов на выходе модулятора.

2.5.4. Методика проверки технических требований

Проверка и настройка изложены на примере модулятора, принципиальная схема которого изображена на рис. 54.

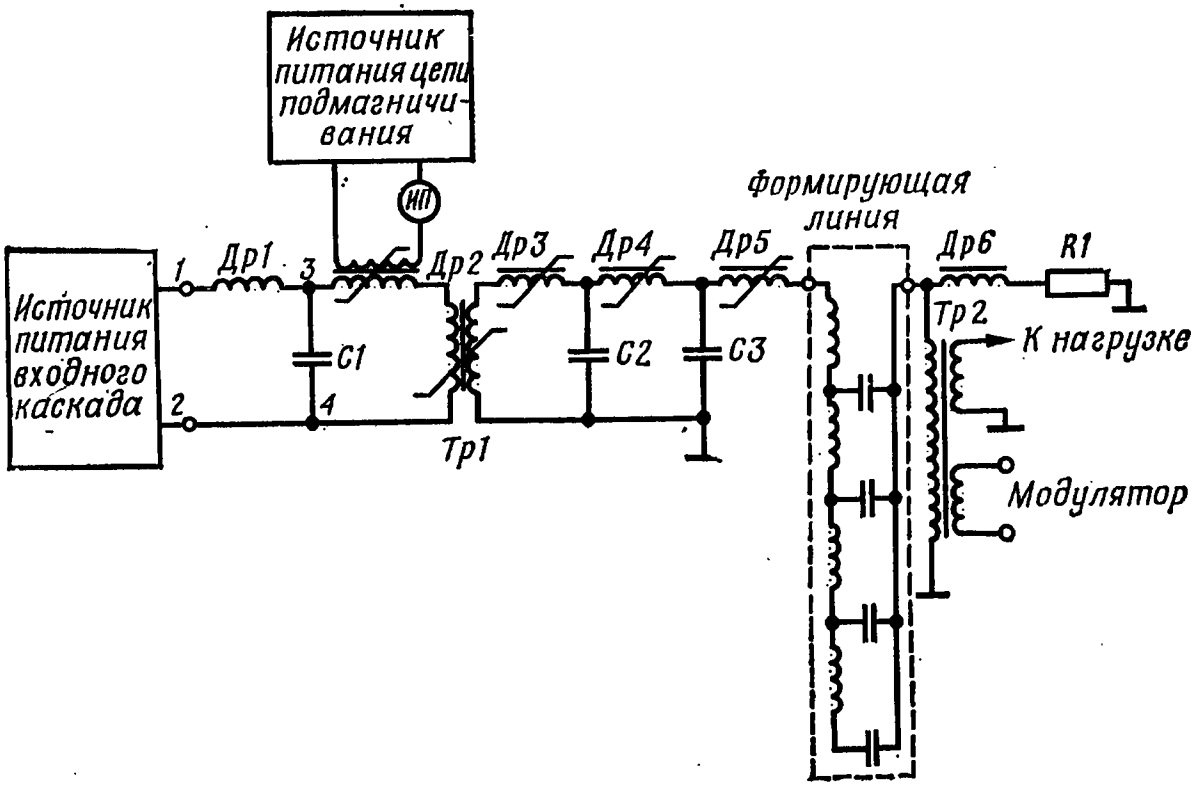


Рис. 54. Упрощенная принципиальная электрическая схема магнитного импульсного модулятора

Величина тока подмагничивания должна быть в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять без включения высокого напряжения.

Ток подмагничивания контролировать по прибору ИП шкафа передающего устройства, если такой прибор имеется, или по амперметру постоянного тока, включенному в разрыв цепи подмагничивания.

В случае когда ток в цепи подмагничивания отсутствует, проверить целость обмотки дросселя подмагничивания Др2 и источник питания цепи подмагничивания согласно методике, изложенной в разд. 6 настоящей части Общего руководства.

Если ток подмагничивания не соответствует требуемой величине, изменением величины напряжения источника питания цепи подмагничивания установить ток подмагничивания.

Резонансная частота входного каскада модулятора должна быть в пределах, указанных в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

отключить питание модулятора;

замкнуть контакты первого и второго входных каскадов модулятора;

подключить выход низкочастотного генератора через резистор (сопротивлением порядка 10—20 кОм) к контактам 3, 4;

подключить осциллограф к контактам 3, 4 модулятора;

установить частоту генератора, приблизительно равную требуемой резонансной частоте; амплитуду напряжения на выходе генератора установить достаточную для наблюдения сигнала на экране осциллографа;

плавно изменить частоту сигнала генератора, добиваясь максимальной амплитуды сигнала на экране осциллографа;

произвести отсчет резонансной частоты по шкале генератора;

Если резонансная частота не соответствует требуемому значению, изменением емкости конденсатора С1 установить требуемую величину резонансной частоты. С увеличением емкости конденсатора С1 резонансная частота уменьшается, с уменьшением емкости С1 — увеличивается.

Амплитуда и длительность импульсов на выходе модулятора должны соответствовать величинам, указанным в ИЭ или в ТО.

Проверять в следующем порядке:

подключить осциллограф к разъему или гнезду контроля импульса модулятора;

включить напряжение питания передающего устройства в последовательности, указанной в ИЭ;

наблюдать импульсы модулятора на экране осциллографа.

Если амплитуда импульса модулятора не соответствует требуемой величине, установить ее величину, изменяя ток подмагничивания в пределах, указанных выше, проверить трансформатор Тр2.

В случае когда длительность импульса не соответствует требуемой величине, произвести подстройку формирующей линии, перемещая сердечники катушек индуктивности.

Если данная регулировка не дает должного результата, изменить число включенных ячеек формирующей линии, увеличение которых приводит к увеличению длительности импульса на выходе модулятора, и наоборот.

Когда длительность спада модулирующего импульса не соответствует требуемой величине, проверить элементы демпфирующей цепи, резистор R1 и дроссель Др6.

2.6. ПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С ГЕНЕРАТОРОМ НА МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ЛАМПАХ

2.6.1. Общие сведения

Назначение передающего устройства указано в подразд. 2.6 настоящей части Общего руководства.

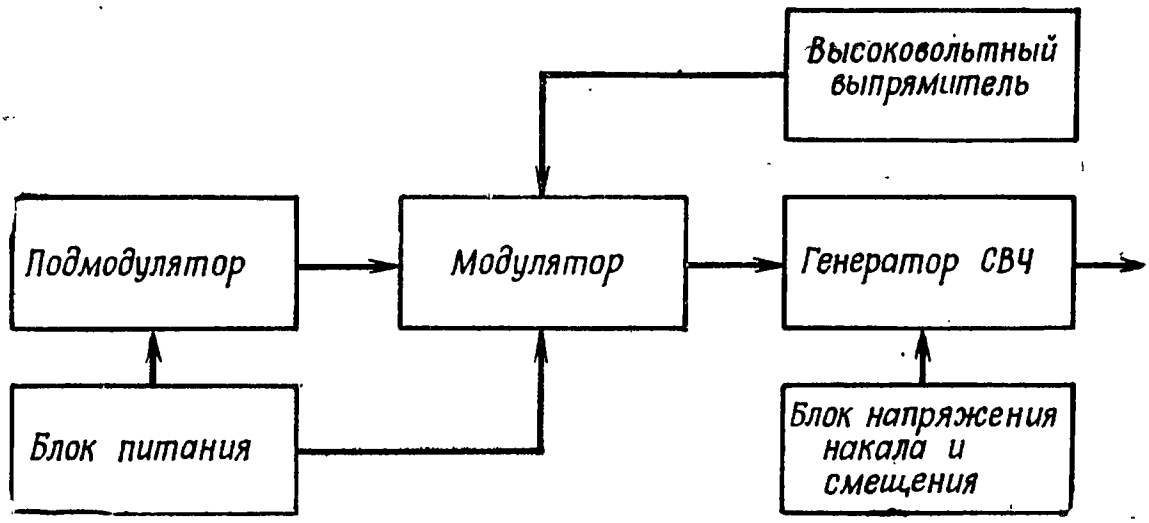


Рис. 55. Структурная схема передающего устройства с генератором на металлокерамических лампах

Структурная схема передающего устройства изображена на рис. 55.

Подмодулятор и модулятор предназначены для формирования модулирующих импульсов напряжения с заданной частотой следования и длительностью. Эти импульсы осуществляют модуляцию высокочастотных колебаний генератора СВЧ.

В зависимости от особенностей конструкции в состав передающего устройства могут входить подмодулятор, модулятор, генератор СВЧ, автоматы перестройки, источники питания и т. д.

Генератор СВЧ представляет собой однотактный двухконтурный автогенератор.

Конструктивно колебательные контуры генератора СВЧ представляют собой концентрические цилиндры, имеющие контактные пружины, осуществляющие контакт с анодом, сеткой и катодом лампы.

Изменение частоты достигается изменением длины коаксиальной линии, образующей анодно-сеточный контур.

Конструктивно изменение длины коаксиальной линии осуществляется перемещением плунжера, закорачивающего коаксиальные цилиндры. В маломощных генераторах плунжер перемещается вручную, в мощных генераторах — с помощью механизма перестройки с ручным приводом или электроприводом.

2.6.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей передающего устройства с генератором на металлокерамических лампах следует пользоваться Перечнем (табл. 7).

Таблица 7

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет генерации высокочастотных колебаний; срабатывает реле перегрузки в модуляторе	Вышла из строя генераторная лампа	Заменить лампу
	Обрыв в цепи катода генераторной лампы	Обнаружить и устранить обрыв
	Пробой в кабеле, подводящем высокое напряжение к аноду генераторной лампы	Заменить кабель
Пробои в генераторе	Обрыв кабеля, соединяющего генератор с антенным коммутатором	Заменить на новый кабель такой же длины
	Нарушен контакт фишки связи с сеточной трубой	Восстановить контакт
	Неисправность в антенном коммутаторе и в линейных фидерах	Найти и устранить неисправность
Мощность генератора меньше нормы	Неисправна генераторная лампа	Заменить лампу
	Пробой изоляционного кольца в анодно-сеточном контуре	Зачистить кольцо и промыть его спиртом (или заменить кольцо)
	На генераторную лампу подается заниженное напряжение накала	Проверить цепь питания накала генераторной лампы

Окончание табл. 7

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
	Загрязнены и ослаблены контакты анодного и катодного плунжера, а также места сочленения генераторной лампы с колебательной системой	Разобрать генератор, прочистить и подогнуть контакты
Не включается высокое напряжение	Нет контакта в одной из блокировок	Найти неисправность и устранить
Генерируемая частота не соответствует величине, указанной в формуляре	Не настроен один из контуров	Настроить анодно-сеточный или катодно-сеточный контур согласно п. 2.6.4

2.6.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:

амплитуда, длительность, форма и частота следования импульсов подмодулятора (подразд. 2.2);

напряжение накала и смещения генераторной лампы;

амплитуда, длительность, форма импульсов и другие параметры, характерные для схемы модулятора (подразд. 2.3—2.5);

длительность огибающей высокочастотного импульса;

генерируемая частота;

мощность на выходе передающего устройства (подразд. 1.6);

подстройка генератора системой АПЧ на частоту приемника при взаимных расстройках.

2.6.4. Методика проверки технических требований

Напряжения накала и смещения генераторной лампы должны соответствовать величинам, указанным в ИЭ или паспорте на лампу.

Проверять по встроенным приборам или вольтметром при выключенном высоком напряжении.

Если напряжения накала и смещения не соответствуют требуемым величинам или отсутствуют, отрегулировать источники питания, проверить цепи подачи напряжений, проверить цепь автосмещения.

Длительность огибающей высокочастотного импульса должна соответствовать величине, указанной в формуляре или ИЭ.

Проверять осциллографом с калибратором длительности в следующем порядке:

включить передающее устройство;

включить осциллограф в режим ждущей развертки с внешней синхронизацией импульсами запуска;

измерить осциллографом на контрольном гнезде передающего устройства длительность огибающей высокочастотного импульса.

Если в передающем устройстве отсутствует контрольное гнездо, подключить вход *Y* осциллографа через диод СВЧ к направленному ответвителю тракта СВЧ или конец кабеля, подключенного к входу осциллографа, поднести к разряднику антенного коммутатора и измерить длительность огибающей высокочастотного импульса. Длительность огибающей измерять на уровне 0,5 средней ординаты верхнего основания аппроксимирующего импульса (рис. 9), если нет иных указаний об уровне в формуляре или ИЭ. Если при этом генератор СВЧ не генерирует (отсутствует свечение проходных разрядников антенного коммутатора), проверить отсутствие замыкания на корпус в анодно-сеточном или в катодно-сеточном контуре омметром, подключенным к контактным пружинам в месте установки генераторной лампы, заменить генераторную лампу.

Если длительность огибающей высокочастотного импульса не соответствует требуемой величине, проверить длительность импульса на выходе модулятора.

Генерируемая частота передающего устройства должна соответствовать величине, указанной в формуляре станции.

Проверять частотомером (волномером), вход которого соединить кабелем с разъемом контроля частоты передающего устройства или с разъемом направленного ответвителя СВЧ тракта.

Если частота не соответствует требуемой величине, настроить генератор, перемещая анодно-сеточный плунжер по направлению к генераторной лампе для увеличения частоты или в противоположном направлении — для уменьшения частоты. В случае когда настроить генератор на требуемую частоту не удается перемещением анодно-сеточного плунжера, изменить положение катодно-сеточного плунжера и повторить настройку.

Система АПЧ должна обеспечивать подстройку генератора на частоту приемника при взаимных расстройках на величину, указанную в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

выключить систему АПЧ;

настроить генератор на требуемую частоту;

настроить приемник на эту же частоту по методике, изложенной в разд. 3 настоящей части Общего руководства;

расстроить генератор по частоте на требуемую величину; величину расстройки контролировать частотомером (волномером);

включить систему АПЧ; при этом механизм подстройки генератора должен автоматически изменить частоту генератора в сторону уменьшения величины расстройки;

проверить частоту генератора частотомером, как указано выше.

Если требование не выполняется, проверить цепи питания электродвигателя механизма подстройки, проверить усилитель

АПЧ согласно ИЭ, настроить каскады УПЧ и частотного детектора канала АПЧ приемника (разд. 3 настоящей части Общего руководства).

2.7. ПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С ИМПУЛЬСНЫМ ГЕНЕРАТОРОМ НА МАГНЕТРОНЕ

2.7.1. Общие сведения

Назначение передающего устройства указано в подразд. 2.7 настоящей части Общего руководства.

Структурная схема передающего устройства на магнетроне изображена на рис. 56.

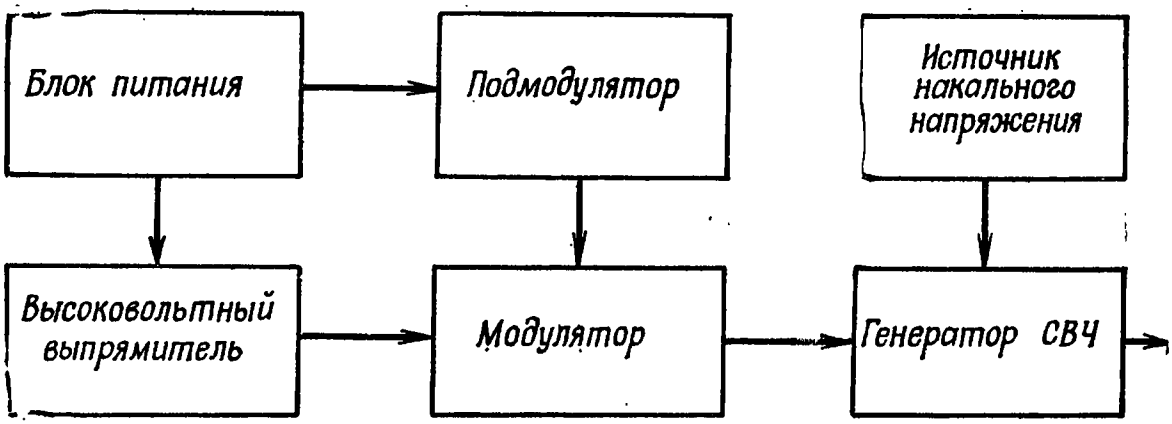


Рис. 56. Структурная схема передающего устройства с импульсным генератором на магнетроне

Импульсы требуемой амплитуды, длительности и частоты следования, сформированные подмодулятором и модулятором, подаются на генератор СВЧ. Этим осуществляется импульсная модуляция высокочастотных колебаний.

В зависимости от особенностей конструкции в состав передающего устройства могут входить подмодулятор, модулятор, схема накала магнетрона, генератор СВЧ (магнетрон с магнитной системой), механизм перестройки и подстройки частоты, зарядные линии (конденсаторы), импульсный трансформатор, блок запуска, высоковольтный выпрямитель, регулятор напряжения и т. д.

В схемах передающих устройств применяются пакетированные магнетроны, в которых магнитная система является частью конструкции магнетрона, или непакетированные магнетроны, в которых магнитная система выполнена отдельно. Конструкция магнитной системы непакетированного магнетрона позволяет изменять напряженность магнитного поля в пространстве между магнитами. Отвод высокочастотной энергии магнетрона осуществляется через коаксиальные, волноводные или коаксиально-волноводные выводы.

Магнетронные генераторы могут быть выполнены на перестраиваемых и неперестраиваемых магнетронах.

2.7.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей передающего устройства с импульсным генератором на магнетроне следует пользоваться Перечнем (табл. 8).

Таблица 8

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Не включается высокое напряжение	Нет контакта в цепи блокировок	Восстановить контакт
Магнетрон не генерирует (отсутствуют высокочастотные колебания на выходе)	Неисправен модулятор	Устранить неисправность в модуляторе
	Неисправен высоковольтный выпрямитель	Устранить неисправность
	Нет накала магнетрона	Устранить неисправность в выпрямителе накала магнетрона
	Нет импульсов запуска на модуляторе	Проверить цепь запуска
	Вышел из строя магнетрон	Заменить магнетрон
	Неисправность в цепи блокировки	Найти и устранить неисправность
Низкая выходная мощность передатчика	Занижено напряжение накала магнетрона	Проверить цепь питания накала магнетрона
	Неисправен магнетрон	Заменить магнетрон
	Неисправна цепь контроля мощности	Проверить цепь
	Высокое напряжение на магнетроне не соответствует номинальной величине	Проверить источник питания магнетрона
При повышении высокого напряжения ток магнетрона становится чрезмерно большим, хотя напряжение еще недостаточно высокое	Неправильно установлен магнетрон в магнитах	Проверить установку магнетрона согласно указаниям ИЭ
	Неисправен магнетрон	Заменить магнетрон
	Уменьшение магнитной индукции	Заменить магнит
Неустойчиво работает магнетрон (стрелка прибора колеблется на большее число делений, чем допустимо)	Недостаточная тренировка магнетрона	Произвести дополнительную тренировку
	Нарушен вакуум магнетрона	Заменить магнетрон
	Пробой в высокочастотном тракте	Найти место пробоя и устранить неисправность
Нет напряжения накала магнетрона	Вышли из строя диоды выпрямителя накала	Заменить неисправные диоды
При включении высокого напряжения не загорается лампочка ВЫС. ВКЛ., нет	Вышло из строя одно из реле максимальной защиты	Найти неисправное реле и заменить

Продолжение табл. 8

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
показаний приборов ТОК МАГНЕТРОНА и МОЩНОСТЬ	Давление воздуха в волноводном тракте меньше нормы	Проверить давление по манометру блока, устранить неисправность
	Неплотно закрыты крышки отсека передающей системы	Плотно закрыть крышки; проверить исправность блокировки
При включении высокого напряжения срабатывает одно из реле максимальной защиты и лампочка ВЫС. ВКЛ. гаснет	Неисправен магнетрон	Заменить мегнетрон
	Неисправность в цепях высоковольтного выпрямителя	Проверить цепи высоковольтного выпрямителя, найти и устранить неисправность

2.7.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:

напряженность магнитного поля (если имеется указание в ИЭ);

амплитуда, длительность, форма и частота следования импульсов подмодулятора (подразд. 2.2);

напряжение накала магнетрона;

амплитуда, длительность, форма импульсов и другие параметры, характерные для схемы модулятора (подразд. 2.3—2.5);

ток высоковольтного выпрямителя (потребляемый модулятором);

ток магнетрона;

генерируемая частота;

длительность огибающей высокочастотного импульса;

мощность на выходе передающего устройства (проверять по методике, указанной в подразд. 2.6);

подстройка генератора системой АПЧ на частоту приемника при взаимных расстройках (подразд. 2.6).

2.7.4. Методика проверки технических требований

Напряженность магнитного поля магнитной системы магнетрона должна соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Напряженность магнитного поля проверять измерителем магнитной индукции в порядке, изложенном в ИЭ на станцию или ИЭ прибора.

Если напряженность магнитного поля не соответствует требуемой величине, то ее установить изменением зазора между полюсами магнита или изменением положения магнитного шунта.

Напряжение накала и рабочий ток магнетрона не должны превышать допустимую величину, указанную в паспорте на магнетрон.

Проверять в следующем порядке:

частично включить передающее устройство (высокое напряжение не включать);

проконтролировать величину напряжения накала магнетрона по встроенному прибору или вольтметром;

включить высокое напряжение;

измерить ток магнетрона по встроенному прибору.

Если величина напряжения накала не соответствует требуемой величине или отсутствует, отрегулировать источник накала мгнетрона, проверить цепь подачи напряжения.

При отсутствии тока магнетрона заменить магнетрон.

В случае когда ток магнетрона превышает допустимую величину, проверить установку магнетрона согласно указаниям ИЭ.

Магнетрон подвергнуть тренировке, если наблюдаются броски тока.

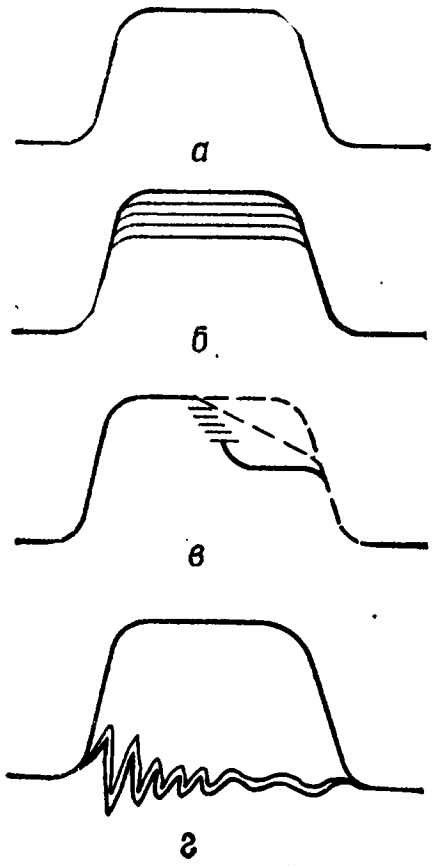


Рис. 57. Форма огибающей высокочастотного импульса:

а — при стабильной работе магнетрона; *б* — при нестабильности частоты колебаний; *в* — при сдвиге частоты в течение импульса; *г* — при искрениях, а также при невозбуждении колебаний на отдельных импульсах

Генерируемая частота магнетронного генератора должна соответствовать величине, указанной в формуляре.

Измерение частоты проводить по методике, изложенной в п. 2.6.4.

В случае когда частота генератора, выполненного на неперестраиваемом магнетроне, не соответствует требуемой величине, заменить магнетрон.

Генератор, выполненный на перестраиваемом магнетроне, настроить на требуемую частоту, изменяя положение органа перестройки частоты магнетрона.

Длительность огибающей высокочастотного импульса, измеренная на требуемом уровне, должна соответствовать величине, указанной в формуляре или ИЭ.

Проверять по методике, изложенной в п. 2.6.4.

При стабильной работе магнетрона очертания импульса на экране осциллографа четкие, без размытостей и двоений вершины (рис. 57, *а*).

Если длительность огибающей высокочастотного импульса не соответствует требуемой величине, проверить длительность модулирующего импульса.

В случае когда на экране осциллографа наблюдается двоение или размытость вершины импульса (рис. 57, *б* и 57, *в*), магнетрон работает нестабильно. Причинами могут быть нарушения согла-

сования магнетрона с нагрузкой, неправильное соединение элементов СВЧ тракта, искажение формы модулирующего импульса. Для согласования магнетрона с нагрузкой настроить фазовый трансформатор (фазорегулирующую секцию) тракта СВЧ.

Если на экране осциллографа наблюдаются импульсы, форма которых изображена на рис. 57, *в* и 57, *г*, а все элементы тракта СВЧ и модулятор исправны, заменить магнетрон.

Импульсная мощность на выходе передающего устройства должна соответствовать величине, указанной в формуляре.

Проверять по методике, изложенной в подразд. 1.6.

Если мощность не соответствует требуемой величине, заменить магнетрон.

2.8. ПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С УСИЛИТЕЛЯМИ НА ЛАМПАХ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ

2.8.1. Общие сведения

Назначение передающего устройства указано в подразд. 2.8 настоящей части Руководства.

Структурная схема передающего устройства приведена на рис. 58.

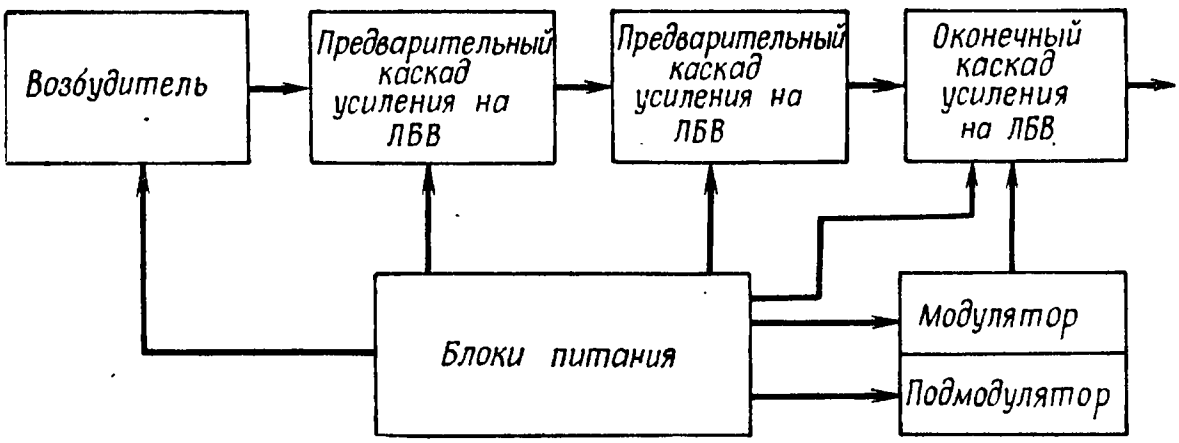


Рис. 58. Структурная схема передающего устройства с усилителями на лампах бегущей волны

В зависимости от особенностей конструкции в состав передающего устройства могут входить подмодулятор, модулятор (возбудитель), усилитель промежуточной частоты, предварительный усилитель мощности, выходной усилитель мощности, элементы высокочастотного тракта, источники питания и т. д.

Возбудитель генерирует непрерывные высокочастотные колебания и задает частоту передающего устройства. Сигнал возбудителя, усиленный предварительными каскадами усиления, подается на оконечный каскад усиления. В оконечном каскаде происходит модуляция сигнала импульсами модулятора. Каскады на ЛБВ

используются в качестве усилителей мощности. Количество каскадов усиления на ЛБВ определяется выходной мощностью передающего устройства.

Лампа бегущей волны в сочетании с арматурой составляет законченную конструкцию СВЧ усилителя на ЛБВ.

Арматура ЛБВ состоит из входного *1* (рис. 59) и выходного *3* устройств, фокусирующей системы, центрирующего устройства и элементов подстройки.

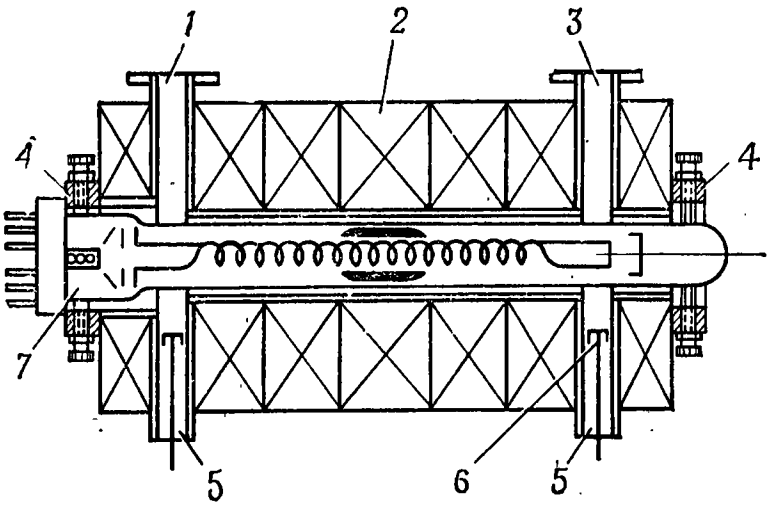


Рис. 59. Устройство арматуры лампы бегущей волны:
1 — входное устройство; *2* — фокусирующая система; *3* — выходное устройство; *4* — центрирующее устройство; *5* — волновод; *6* — закорачивающий поршень; *7* — лампа бегущей волны

На входное устройство *1* ЛБВ подается высокочастотный сигнал, подлежащий усилению, а с выходного устройства *3* усиленный сигнал подается во внешний высокочастотный тракт. Входное и выходное устройства выполняются в виде отрезков волноводов или отрезков коаксиальных линий.

Фокусирующая система *2* в усилителях большой мощности представляет собой соленоид. В усилителях малой и средней мощности используется периодическая магнитная фокусировка, представляющая собой систему из магнитных колец, разделенных металлическими шайбами, имеющими высокую магнитную проницаемость.

Центрирующее (юстирующее) устройство *4* состоит из кольца с радиально расположенными винтами, в которых крепится ЛБВ; оно позволяет перемещать ЛБВ относительно продольной оси фокусирующей системы.

Для передачи высокочастотного сигнала через усилитель на ЛБВ с минимальными потерями служат элементы подстройки. В качестве таких элементов часто применяются отрезки волноводов *5* с закорачивающими поршнями *6*.

Перемещение поршней производят вручную с помощью штоков, соединенных с поршнем.

2.8.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей передающего устройства с усилителем на лампе бегущей волны следует пользоваться Перечнем (табл. 9).

Таблица 9

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет показаний измерителя проходящей мощности в одном из поддиапазонов	Вышел из строя общий или канальный термодатчик в измерительной секции	Заменить неисправный термодатчик или всю измерительную секцию
	Отсутствует напряжение питания на электродах ЛБВ	Замерить и установить необходимые напряжения
	Вышла из строя одна из ЛБВ	Заменить лампу
Показания измерителя проходящей мощности в любом канале выходят за пределы номинальной величины	Напряжения питания на электродах ЛБВ не соответствуют таблице режимов	Проверить напряжения и установить номинальные по таблице режимов
Показания измерителя проходящей мощности в отдельных каналах выходят за пределы номинальной величины	Изменилось затухание аттенюатора данного канала	Подрегулировать аттенюатор до получения необходимой мощности
Ток фокусирующей системы ЛБВ равен 0	Неисправен соленоид фокусирующей системы	Измерить сопротивление обмотки соленоида и при необходимости заменить фокусирующую систему
Ток замедляющей системы ЛБВ больше нормы	Напряжение на коллекторе превышает паспортное значение	Установить паспортное значение напряжения
	Лампа разъюстировалась; напряженность магнитного поля не соответствует паспортному значению	Отъюстировать лампу; установить паспортное значение напряженности магнитного поля. Если неисправность не устраняется, заменить лампу
Ток коллектора равен 0; ток замедляющей системы меньше нормы	На катод ЛБВ не поступает высокое напряжение	Проверить режим питания лампы
	Перегорел накал лампы	Заменить лампу

2.8.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:

амплитуда, длительность, форма и частота следования импульсов подмодулятора (подразд. 2.2);

амплитуда, длительность, форма, частота следования импульсов и другие параметры, характерные для схемы модулятора (подразд. 2.3—2.5);

мощность сигнала на выходе возбудителя;

напряжение накала и смещения каскадов усиления;

напряжение на аноде и коллекторе ЛБВ;

ток спирали и ток коллектора ЛБВ;

мощность на выходе передающего устройства.

2.8.4. Методика проверки технических требований

Мощность сигнала на выходе возбудителя должна соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО. Проверять мощность сигнала измерителем малой мощности на выходе возбудителя.

Если мощность сигнала возбудителя не соответствует требуемой величине, проверить режимы питания каскадов, настроить возбудитель. Настройка возбудителя изложена на примере схемы, изображенной на рис. 60.

Поочередно вращая сердечники катушек индуктивности L1, L2, L3, добиться максимальной величины мощности на выходе возбудителя. В случае когда эта настройка не приводит к должному результату, проверить лампы Л1—Л3.

Напряжение накала и напряжение смещения ЛБВ, напряжение на анодах и коллекторах должны соответствовать требуемой величине, указанной в паспорте на ЛБВ или ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

включить передающее устройство;

измерить напряжение накала и смещения вольтметром на контрольных гнездах передающего устройства или на выходе блоков питания; напряжение анодов и коллекторов контролировать по встроенным приборам.

Если напряжения не соответствуют требуемой величине или отсутствуют, отрегулировать источники питания, проверить цепи подачи напряжений.

Ток спирали и ток коллектора ЛБВ должны соответствовать величине, указанной в паспорте на ЛБВ или ИЭ.

Ток спирали и ток коллектора ЛБВ контролировать по встроенным приборам.

Если ток коллектора не соответствует требуемой величине, провести следующую регулировку:

установить регулировками требуемое напряжение смещения на ЛБВ;

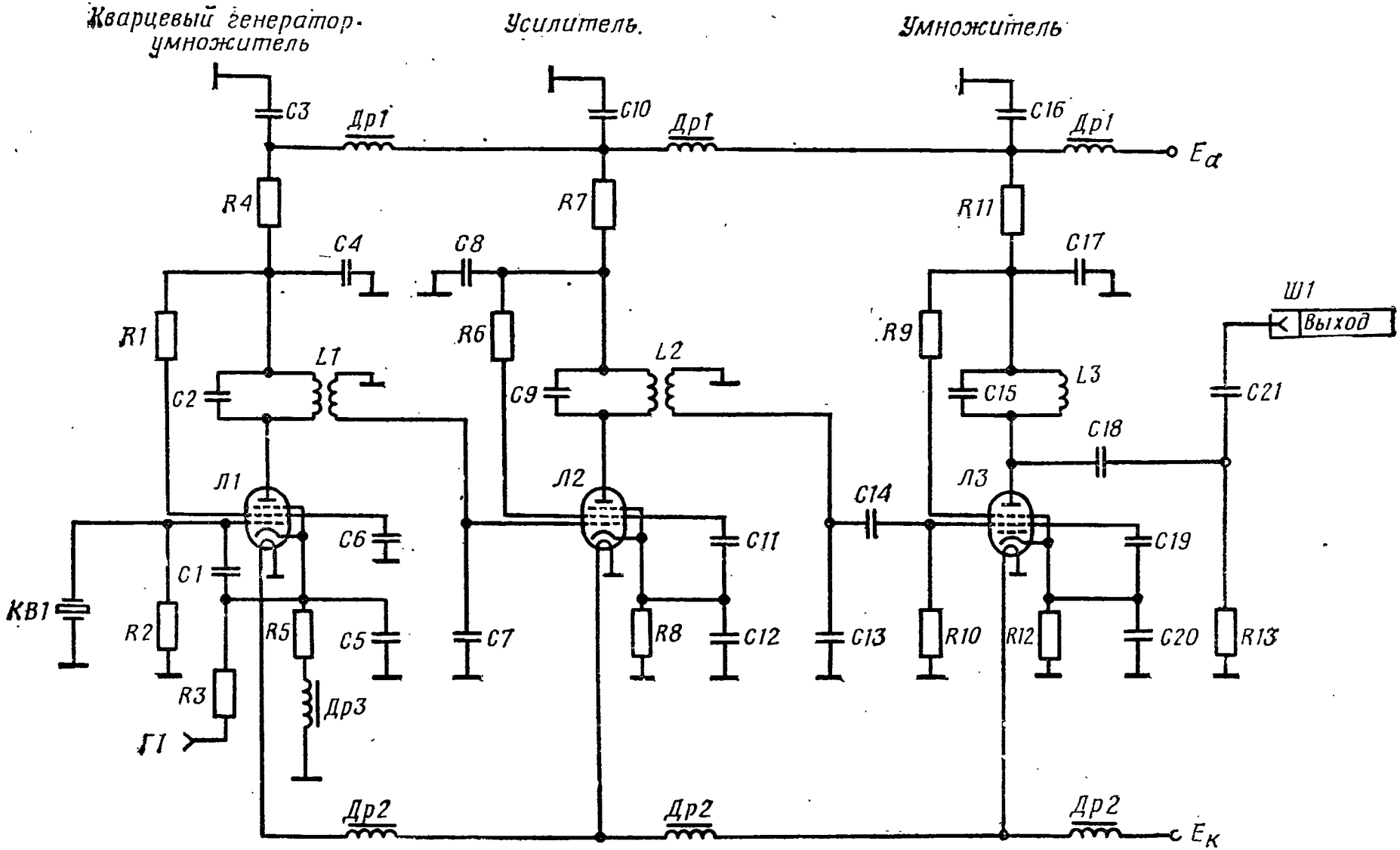


Рис. 60. Принципиальная электрическая схема возбудителя

вращая юстировочные винты арматуры ЛБВ, установить корпус ЛБВ в положение, при котором ток спирали имеет минимальную величину;

постепенно уменьшая напряжение смещения лампы и производя дополнительную юстировку, довести ток коллектора (по встроенному прибору) до величины, указанной в ИЭ; при этом ток спирали не должен превышать требуемой величины.

Если ток коллектора не удается установить описанной регулировкой, заменить ЛБВ.

Если ток спирали больше допустимого значения и юстировка лампы не дает результата, проверить напряжение на соленоиде арматуры, увеличить это напряжение (в пределах допустимого значения). В случае когда эта регулировка не приводит к изменению величины тока спирали, заменить ЛБВ. После замены ЛБВ произвести запись тока спирали и тока коллектора на шильдике, расположенном на арматуре ЛБВ.

Мощность высокочастотных импульсов на выходе усилителя должна соответствовать величине, указанной в формуляре или ИЭ.

Мощность на выходе усилителя измерять встроенным прибором передающего устройства или измерителем мощности, подключенным к разъему контроля мощности.

Если мощность сигнала на выходе усилителя не соответствует требуемой величине, проверить режимы работы каскадов на ЛБВ, и, перемещая закорачивающие поршни *6* (рис. 59) арматуры каждой ЛБВ, добиться необходимой выходной мощности.

В случае когда данная регулировка не приводит к должному результату, осмотреть элементы настройки (закорачивающие поршни *6* и волноводы *5*), заменить неисправные лампы бегущей волны.

Если пружинящие контакты закорачивающих поршней *6* неплотно прилегают к стенкам волновода *5*, восстановить контакт.

Дефекты, по которым волноводы подлежат ремонту, устранить согласно указаниям разд. 4.

2.9. ПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С УСИЛИТЕЛЯМИ НА АМПЛИТРОНАХ

2.9.1. Общие сведения

Назначение передающего устройства указано в подразд. 2.9 настоящей части Общего руководства.

Структурная схема передающего устройства с последовательным соединением каскадов усиления мощности изображена на рис. 61.

В зависимости от особенностей конструкции в состав передающего устройства могут входить подмодулятор, модулятор, импульсные умножители частоты, блок запуска, блоки сложения

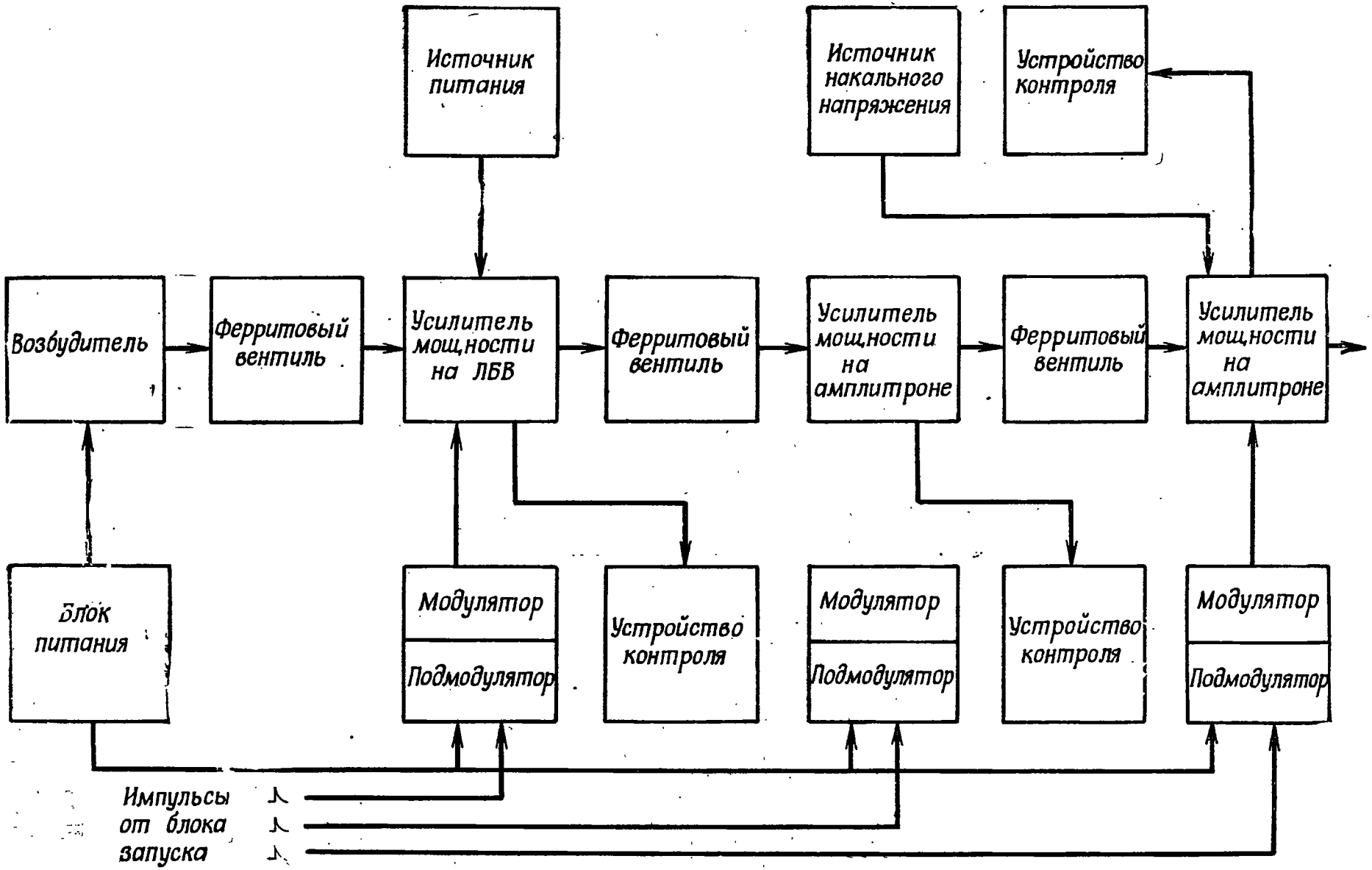


Рис. 61. Структурная схема передающего устройства с усилителями на амплитронах

мощности, усилители мощности, импульсный трансформатор, элементы высокочастотного тракта, источники питания и т. д.

Первый каскад усиления мощности на ЛБВ и возбудитель аналогичны описанным в п. 2.8.1 и выполняют те же функции.

С первого каскада усиления мощности на ЛБВ сигнал поступает на вход усилителя мощности на амплитроне. Для дальнейшего усиления сигнал поступает на последующий каскад, работающий на более высоком уровне входной мощности.

Величина мощности на выходе передающего устройства определяется количеством каскадов усилителей.

Для нормальной работы амплитрона модулирующий импульс на его катод подается позднее, чем импульс возбуждающей мощности на его высокочастотный вход.

Длительность импульса модулятора каждого последующего каскада усиления меньше длительности импульса модулятора предыдущего каскада усиления. Синхронизация всех модуляторов осуществляется блоком запуска. Блок запуска формирует импульсы запуска модуляторов всех каскадов с соответствующей временной расстановкой, обеспечивающей устойчивую работу передающего устройства.

Блок запуска имеет регулируемый элемент в каждом канале запуска, с помощью которого можно изменить положение выходных импульсов во времени. Импульс запуска модулятора оконечного каскада усиления выдается раньше, чем импульс запуска модулятора предыдущего каскада.

Между усилительными каскадами установлены ферритовые вентили. Они незначительно ослабляют высокочастотные колебания, распространяющиеся в прямом направлении, и практически полностью поглощают энергию колебаний, распространяющихся в обратном направлении (отраженный сигнал).

Ферритовые вентили обеспечивают высокий КСВ нагрузки каждого из усилительных приборов и надежную электрическую развязку каскадов и устраняют возможность самовозбуждения. Регулировка ферритового вентиля осуществляется перемещением магнитного шунта, изменяющего величину напряженности магнитного поля.

Устройство контроля предназначено для измерения мощности на выходе передающего устройства и на выходах отдельных каскадов, коэффициента стоячей волны (КСВ) на выходах всех каскадов усиления, огибающих высокочастотных импульсов и их расстановки по времени.

2.9.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей передающего устройства с усилителем на амплитроне следует пользоваться Перечнем (табл. 10).

Таблица 10

Перечень
наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Ток спирали амплитрона, измеренный встроенным прибором, больше величины, записанной в формуляре	Нарушена юстировка лампы	Произвести юстировку лампы
	Неправильно установлена величина тока соленоида	Отрегулировать ток соленоида
Мал ток усилителя мощности. Напряжение высоковольтного выпрямителя нормальное	На экранные сетки модуляторных ламп модулятора не поступает напряжение смещения:	Контрольным прибором при включенном высоком напряжении проверить наличие напряжения смещения на контрольных гнездах модулятора:
	неисправен модулятор	если напряжение смещения на модуляторе есть, то проверить монтаж, найти и устранить неисправность
	на модулятор не поступает напряжение смещения от выпрямителя	устранить неисправность выпрямителя; проверить участок цепи между модулятором и выпрямителем
Отсутствует ток усилителя мощности по контрольному прибору. Модулятор работает нормально	Вышел из строя амплитрон	Заменить лампу
Ток одного из усилителей мощности в 2 раза меньше величины, записанной в формуляре	Не работает один из каналов модулятора, питающего данный усилитель:	Включая передающую систему, определить неисправный канал: проверить цепь импульсов запуска модулятора
	на модулятор не поступает один из импульсов запуска	
	неисправен один из каналов модулятора	отыскать и устранить неисправность
	обрыв в анодной цепи модуляторных ламп одного из каналов	проверить и устранить обрыв в цепи
Прибор показывает мощность меньше величины, записанной в формуляре, для одного из усилителей мощности	Неисправен контролируемый каскад	Проверить форму импульсов и режим контролируемого каскада; заменить лампу
Величина тока одного из каскадов усиления больше величины, записанной в формуляре	На лампу блокинг-генератора соответствующего подмодулятора не подается напряжение смещения	Проверить цепь смещения соответствующего блокинг-генератора

Продолжение табл. 10

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
При просмотре импульса соответствующего подмодулятора на экране осциллографа положение импульса нестабильно		
При измерении мощности на выходе первого каскада усиления (при включенном втором каскаде) прибор показывает величину мощности значительно большую, чем записанную в формуляре	Неисправен ферритовый вентиль между каскадами	Заменить вентиль
	Неисправна цепь контроля мощности данного каскада	По схеме найти и устранить неисправность

2.9.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:

напряженность магнитного поля магнитной системы амплитрона (п. 2.7.4);

амплитуда, длительность, форма и частота следования импульсов подмодулятора (подразд. 2.2);

амплитуда, длительность, форма, частота следования импульсов модулятора и другие параметры, характерные для схемы (подразд. 2.3—2.5);

мощность сигнала на выходе возбудителя (п. 2.6.4);

форма и длительность огибающей высокочастотных импульсов каждого каскада усиления;

расстановка импульсов на выходе каскадов усиления;

мощность сигнала на выходе каждого каскада усиления;

КСВ каждого каскада усиления.

2.9.4. Методика проверки технических требований

Форма огибающей высокочастотного импульса и длительность импульса на выходе каждого усилителя мощности должны соответствовать требованиям формуляра.

Проверять в следующем порядке:

включить передающее устройство;

подключить осциллограф к гнезду контроля импульсов первого усилителя мощности на амплитроне. Осциллограф засинхронизировать импульсами запуска подмодулятора проверяемого усилителя мощности;

проверить форму огибающей высокочастотного импульса и длительность импульса.

При нормальном режиме работы форма огибающей высокочастотного импульса должна соответствовать рис. 62, *а*.

Если наблюдается форма огибающей импульса, как на рис. 62, *б* (разрыв вершины), то режим работы усилителя на границе срыва усиления.

При срыве режима усиления форма огибающей импульса соответствует рис. 62, *в*.

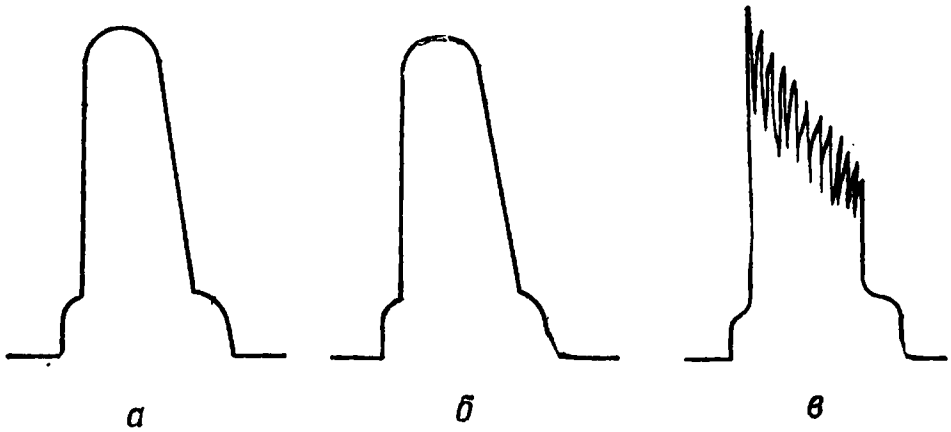


Рис. 62. Форма огибающей высокочастотного импульса:
а — при нормальном режиме работы; *б* — на границе срыва усиления (разрыв вершины импульса); *в* — при срыве режима усиления

В двух последних случаях проверить расстановку импульсов на выходе усилителей, как указано ниже.

В случае когда предыдущая проверка с настройкой не дает должного результата, заменить неисправный амплитрон.

Если длительность огибающей импульса не соответствует требуемой величине, проверить длительность импульсов на выходе модулятора проверяемого каскада.

Расстановка импульсов огибающей высокочастотных колебаний на выходе каскадов усиления должна быть такой, чтобы импульс на выходе последующего каскада усиления вписывался в импульс предыдущего каскада усиления, как показано на рис. 63.

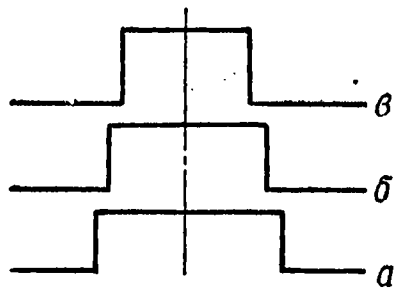


Рис. 63. Расстановка импульсов усилительных каскадов:
а — импульс 1-го каскада усиления; *б* — импульс 2-го каскада усиления; *в* — импульс 3-го каскада усиления

Проверять в следующем порядке:

проверить форму огибающей;

получить на экране осциллографа, подключенного к разъему контроля выходных импульсов 1-го каскада усиления, изображение импульса;

отметить на экране осциллографа положение вершины импульса на выходе первого усилителя мощности на ЛБВ и измерить длительность импульса;

подключить осциллограф к гнезду контроля выходных импульсов 2-го каскада усиления;

отметить на экране осциллографа положение вершины импульса на выходе 2-го каскада усиления и измерить длительность;

построить изображение измеренных импульсов на бумаге, учитывая относительное расположение их на экране осциллографа, и убедиться, что выходной импульс второго усилителя мощности вписывается в выходной импульс первого усилителя мощности.

Аналогичные измерения провести и с последующими каскадами усилителя мощности (если применяется многокаскадная схема усилителя на амплитронах).

Если импульс последующего каскада не вписывается в импульс предыдущего, проверить длительность модулирующих импульсов на выходе модулятора каждого каскада усиления. Длительность импульса на выходе модулятора предыдущего каскада усиления должна быть больше длительности импульса модулятора последующего каскада усиления.

В случае когда импульс последующего каскада усиления сдвинут в ту или иную сторону относительно импульса предыдущего каскада, установить требуемое положение импульсов, изменяя задержку запускающих импульсов модуляторов в блоке запуска.

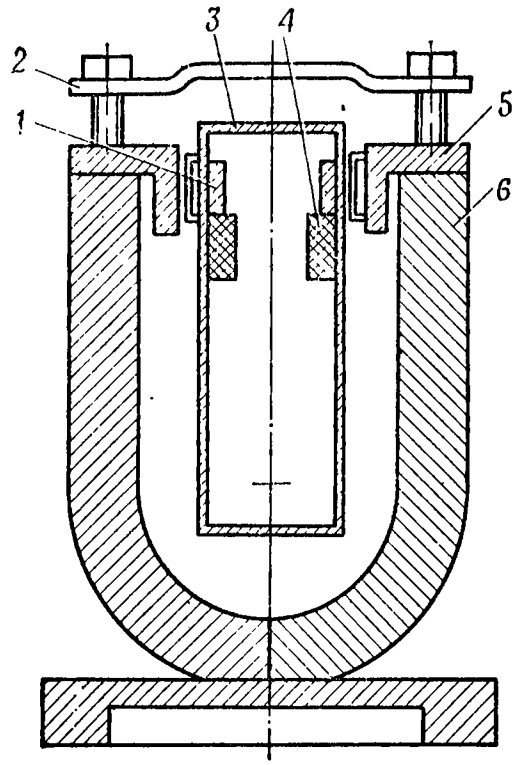


Рис. 64. Поперечный разрез ферритового вентиля:

1 — ферритовая пластина; *2* — шунт; *3* — волновод; *4* — диэлектрическая пластина; *5* — полюсный наконечник; *6* — постоянный магнит

Мощность на выходе каждого усилителя мощности на амплитроне должна соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Мощность измерять (начиная с 1-го каскада) встроенным прибором устройства контроля каждого усилителя мощности.

Если мощность усилительного каскада не соответствует требуемой величине, заменить амплитрон проверяемого каскада.

Коэффициент стоячей волны (КСВ) каждого каскада усиления должен соответствовать величине, указанной в ИЭ или формуляре. Измерение КСВ каждого каскада проводить по встроенным приборам схемы контроля.

Если величина КСВ каскада не соответствует требуемой, то, изменяя величину зазора между шунтом *2* (рис. 64) и полюсными наконечниками *5* ферритового вентиля, добиться требуемой величины КСВ.

При значительном увеличении КСВ проверить соединение элементов высокочастотного тракта.

2.10. УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ, КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДАЮЩИХ СИСТЕМ

2.10.1. Общие сведения

Устройства защиты, контроля и управления выполняют следующие основные функции:

предупреждают выход из строя приборов и элементов станции при перегрузках и коротких замыканиях;

обеспечивают безопасность работы обслуживающего персонала станции;

предупреждают выход из строя СВЧ приборов при неисправностях в системах питания и охлаждения;

обеспечивают охлаждение аппаратуры после снятия низкого напряжения;

обеспечивают последовательное включение (после включения цепей накала и смещения) и отключение анодных цепей передающих систем;

обеспечивают отключение высокого напряжения в блоках (передатчике) при нарушении в них блокировок;

обеспечивают перестройку передатчика на другие (запасные) частоты;

обеспечивают контроль состояния и функционирования передающих устройств и др.

В зависимости от особенностей конструкции станции и выполняемых функций в состав устройств защиты, контроля и управления могут входить плавкие предохранители, автоматы защиты, реле, микровыключатели блокировок в шкафах и блоках с высоким напряжением, термореле времени; элементы автоматики и сигнализации и т. д.

2.10.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей устройств защиты, контроля и управления следует пользоваться Перечнем (табл. 11).

Таблица 11

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет показаний измерителя проходящей мощности в од-	Вышла из строя сигнальная лампа	Заменить лампу (из комплекта ЗИП)

Окончание табл. 11

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
ном из поддиапазонов. Лампа АВАРИЯ на передней панели блока не горит в режиме автоконтроля	Не подается питание на лампу	Проверить цепь подачи питания
	Вышло из строя реле	Заменить реле
Ток срабатывания реле не соответствует требуемой величине	Неисправно реле	Заменить реле
	На реле подается завышенное (заниженное) напряжение	Проверить цепь подачи напряжения и устранить неисправность
При открытых дверцах шкафа передающего устройства передатчик не выключается, лампа АВАРИЯ на передней панели не горит	Вышла из строя лампа	Заменить лампу
	Неисправен микровыключатель	Заменить предохранитель
	На сигнальную лампу не подается напряжение питания	Проверить цепь питания сигнальной лампы
	Неисправно реле	Проверить реле, при необходимости заменить его
Отсутствует напряжение смещения (на соленоиде) ЛБВ. Сигнальные лампы не горят	Неисправно реле	Заменить реле
	Неисправны лампы	Заменить лампы
	На сигнальные лампы не подается напряжение питания	Проверить цепь питания ламп

2.10.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:

срабатывание разрядного устройства (разрядной штанги) высоковольтных конденсаторов;

ток срабатывания электромагнитных реле (только реле, ток срабатывания которых указан в ИЭ или ТО);

срабатывание реле устройства температурной защиты амплитронов и ферритовых вентилей (или других элементов);

работоспособность органов включения и цепей сигнализации включения передающего устройства;

выдержка времени (с момента подачи напряжения питания), по истечении которого возможно включение высокого напряжения;

срабатывание реле устройства защиты и выключение передающего устройства при аварийных режимах работы.

2.10.4. Методика проверки технических требований

Разрядное устройство (разрядная штанга) высоковольтных конденсаторов, установленных в шкафу передающего устройства, должно надежно соединять их выводы с корпусом шкафа при открывании дверц шкафа.

Наличие контакта проверять омметром при выключенных напряжениях питания.

Ток срабатывания электромагнитных реле, установленных в передающем устройстве, должен соответствовать величинам, указанным в ИЭ или ТО. Проверять при выключенных напряжениях питания по схеме, изображенной на рис. 65.

Включить источник питания и плавно повышать напряжение на его выходе до момента срабатывания реле. Момент срабатывания реле контролировать омметром, подключенным к контактам реле или к цепи, соединенной с контактами реле.

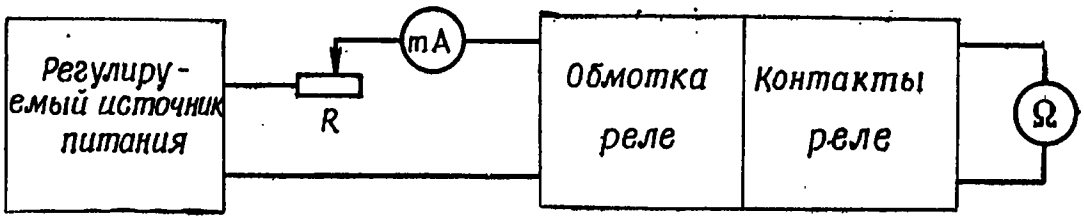


Рис. 65. Схема для проверки тока срабатывания электромагнитного реле: R — ограничительный реостат (сопротивление около нескольких сот Ом)

Измерить ток в цепи обмотки реле. Если ток срабатывания не соответствует требуемой величине, проверить обмотку и контактную систему реле, а также проверить резисторы, включенные последовательно с обмоткой реле.

Реле устройства температурной защиты амплитронов и ферритовых вентилей (или других элементов) должны включаться при срабатывании термодатчиков.

Проверять в следующем порядке:

отсоединить термодатчики от контактов устройства;

включить напряжения питания устройства температурной защиты;

поочередно замыкать контакты устройства (имитировать срабатывание термодатчиков), к которым были подключены термодатчики, и по загоранию сигнальных ламп (или омметром) проверить включение реле.

Если требование не выполняется, проверить реле, сигнальные лампы, цепи питания реле и лампочек.

Органы управления и элементы сигнализации должны обеспечить включение передающего устройства и соответствующий контроль.

Проверять пробным включением передающего устройства в соответствии с указаниями ИЭ. Каждый последующий этап включения осуществлять после сигнализации и выполнения предыдущего этапа включения (загорание сигнальных ламп, показания приборов).

Если требование не выполняется, проверить органы управления, элементы сигнализации, цепи питания и управления.

Выдержка времени (с момента подачи напряжения питания на шкаф передающего устройства), по истечении которого воз-

можно включение высокого напряжения, должна соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Если выдержка времени не соответствует требуемой величине, проверить и отрегулировать реле или автомат выдержки времени в соответствии с указаниями ИЭ.

Устройство защиты должно обеспечить выключение передающего устройства в случаях:

открывания дверец (крышек) шкафа при включенном высоком напряжении;

прекращения функционирования системы охлаждения;

длительных пробоев разрядника искусственной линии, разрядника импульсного трансформатора.

Работу устройства защиты передающего устройства проверять в следующем порядке:

включить передающее устройство;

открыть дверцу шкафа или снять любую крышку шкафа передающего устройства и убедиться, что передающее устройство при этом выключается;

убедиться, что горит лампа, сигнализирующая о нарушении цепи блокировки;

закрыть дверцу (установить снятую крышку) шкафа передающего устройства;

отключить напряжение питания системы охлаждения и убедиться, что передающее устройство при этом выключается;

убедиться, что горит лампа, сигнализирующая о нарушении функционирования системы охлаждения.

Если в данных случаях передающее устройство не выключается, проверить соответствующие реле, установленные в цепи блокировки и в системе охлаждения, и цепи этих реле.

В случае когда не загораются лампы, сигнализирующие о нарушении цепи блокировки или о прекращении функционирования системы охлаждения, проверить эти лампы и цепи подачи напряжения к ним.

Работу схемы защиты в случае длительных пробоев разрядников проверять при полностью включенном передающем устройстве. Пробои разрядников наблюдать по броскам стрелки электроизмерительного прибора в цепи контроля тока нагрузки модулятора.

Если после возникновения непрерывного разряда не срабатывает соответствующее указательное реле и не загорается сигнальная лампа, проверить цепи этих элементов.

Устройство защиты должно обеспечивать выключение передающего устройства в случае отсутствия напряжения смещения ЛБВ или отсутствия напряжения на соленоиде арматуры ЛБВ.

Проверять в следующем порядке:

отключить напряжение смещения ЛБВ или отсоединить разъемы ЛБВ от источников питания;

включить передающее устройство; при этом передающее устройство не должно включаться и должна гореть сигнальная лам-

па, указывающая на отсутствие напряжения смещения ЛБВ соответствующего каскада усиления, или должна гореть сигнальная лампа, сигнализирующая об отсутствии напряжения питания соленоидов.

Если требование не выполняется, проверить соответствующие реле устройства защиты, обеспечивающие отключение передающего устройства. В случае когда не загораются сигнальные лампы, проверить их и цепи подачи напряжения к ним.

3. ПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

3.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В настоящем разделе приведены указания по ремонту приемных устройств супергетеродинного типа, работающих в диапазоне СВЧ.

Перед проведением ремонта приемных устройств необходимо очистить шкафы, блоки и узлы от пыли.

При проверке внешним осмотром обратить внимание на состояние монтажа шкафов, блоков, узлов, а также электровакуумных приборов.

Молочно-белый цвет газопоглотителя свидетельствует об ухудшении вакуума внутри лампы. Лампы с таким цветом газопоглотителя подлежат замене.

Целость нити накала ЛБВ и клистронов и отсутствие коротких замыканий между их электродами проверять омметром.

Перед установкой ЛБВ в арматуру убедиться в отсутствии осколков стекла в арматуре, которые могут заклинить юстировочное приспособление арматуры или повредить устанавливаемую ЛБВ.

Проверку сопротивления изоляции мегаомметром проводить только в цепях, не связанных с полупроводниковыми приборами и низковольтными конденсаторами. В цепях, сопротивление которых ниже установленной нормы, проверить внешним осмотром отсутствие обугливания и повреждения изоляции проводов, изоляторов разъемов и установочных деталей.

При ненормальной работе приемного устройства обратить внимание на исправность его системы охлаждения.

После ремонта составных частей приемника (подразд. 3.2—3.7) провести комплексную настройку и проверку технических характеристик приемного устройства в соответствии с указаниями подразд. 3.8.

3.2. ВИДЕОУСИЛИТЕЛИ

3.2.1. Общие указания

Для усиления импульсов малой длительности в приемных устройствах радиотехнического вооружения применяются ламповые (с простой и сложной схемами высокочастотной индуктивной кор-

рекции и схемами низкочастотной и высокочастотной RC коррекции) и транзисторные (с простой индуктивной ВЧ коррекцией и эмиттерной RC коррекцией) широкополосные видеоусилители на резисторах. Резисторные усилители обладают наиболее равномерной частотной характеристикой.

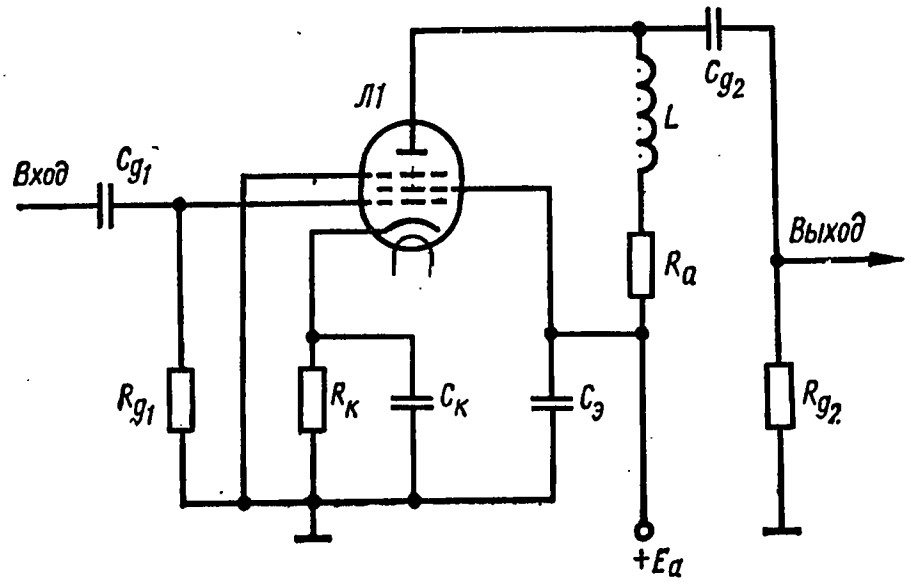


Рис. 66. Ламповый видеоусилитель с простой схемой коррекции

Коэффициент усиления одного каскада такого усилителя обычно не превышает 10—15. Поэтому для обеспечения нормальной работы индикаторного устройства видеоусилители часто выполняют многокаскадными. При этом и в ламповых и в транзисторных видеоусилителях индуктивную коррекцию, как правило, выполняют в выходных каскадах, а RC — в предварительных.

На рис. 66 приведена принципиальная электрическая схема видеоусилителя с простой схемой коррекции. На этой схеме индуктивность L, сопротивление резистора R_a, сумма емкостей лампы и монтажа образуют параллельный колебательный контур.

Сопротивление параллельного контура при резонансе наибольшее, а усиление каскада прямо пропорционально сопротивлению нагрузки (контура). Следовательно, увеличение усиления на высоких частотах, а значит, и расширение полосы пропускания в сторону более высоких частот в такой схеме определяются величинами сопротивления анодной нагрузки R_a, индуктивности L и емкости монтажа.

При уменьшении сопротивления анодной нагрузки R_a усиление в области высоких частот увеличивается, а на средних частотах уменьшается. Следовательно, неравномерность усиления в полосе пропускания при уменьшении R_a увеличивается.

При увеличении индуктивности L на выходе усилителя наблюдаются выбросы, т. е. в период установления возникают напряжения на выходе, превосходящие установившееся значение. Допу-

стимая величина выброса обычно ограничивается 1—4% установившегося значения напряжения.

На рис. 67 приведена схема видеоусилителя со сложной схемой коррекции. В таком видеоусилителе увеличение емкости С1 за счет изменения емкости монтажа сужает полосу пропускания.

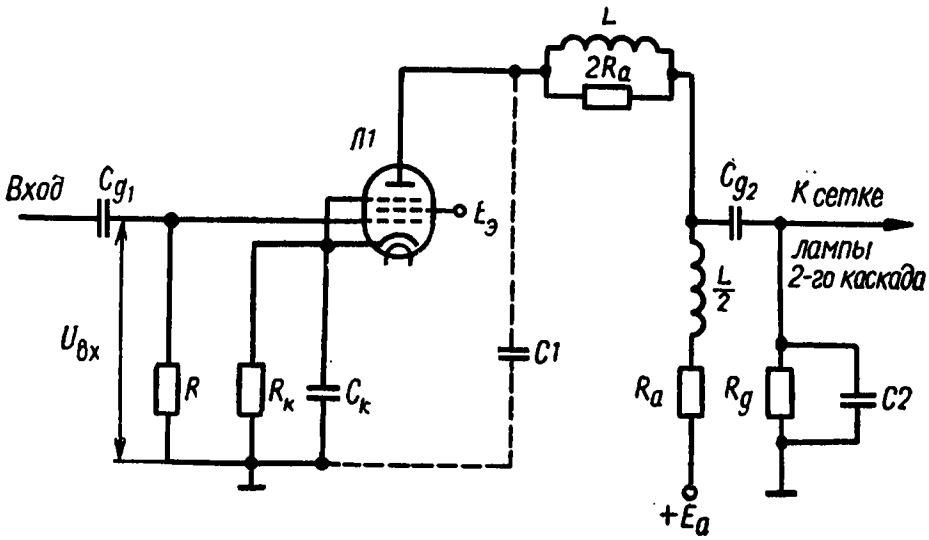


Рис. 67. Ламповый видеоусилитель со сложной схемой коррекции

Увеличение сопротивления резистора $2R_a$ вызывает подъем усиления в области средних частот. Уменьшение емкости С2 и увеличение индуктивности L расширяют полосу пропускания видеоуси-

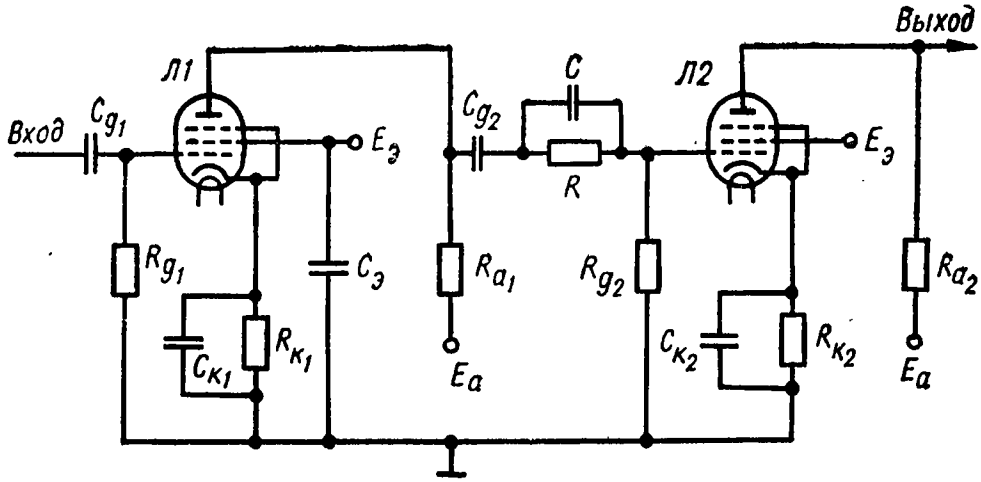


Рис. 68. Ламповый видеоусилитель со схемой высокочастотной коррекции с помощью фильтра

лителя в сторону высоких частот, а увеличение индуктивности L/2 сужает полосу пропускания видеоусилителя. С помощью видеоусилителя со сложной схемой коррекции достигается расширение полосы пропускания в 2,4 раза по сравнению с видеоусилителем без коррекции.

На рис. 68 приведена схема высокочастотной коррекции с помощью фильтра. На верхних частотах диапазона емкостное со-

противление конденсатора С уменьшается, в связи с чем оно начинает заметно шунтировать резистор R, полное сопротивление фильтра RC значительно уменьшается, что приводит к уменьшению напряжения на фильтре, а следовательно, и к увеличению выходного напряжения.

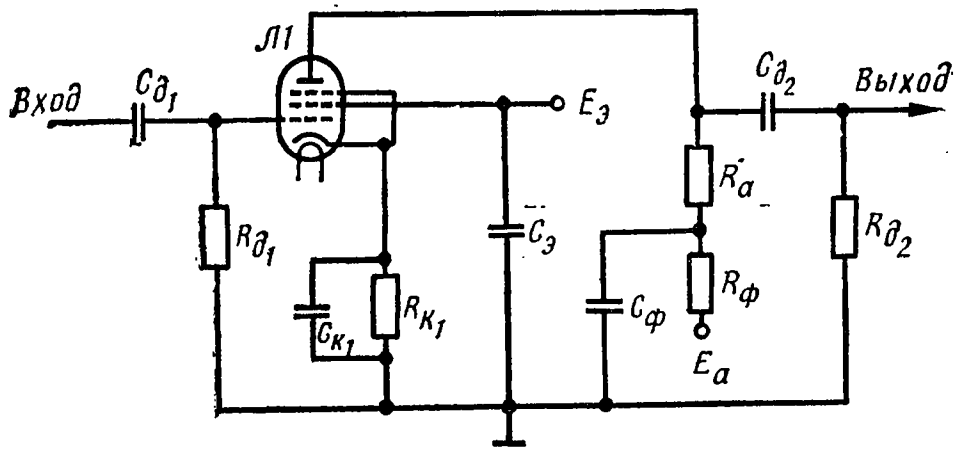


Рис. 69. Ламповый видеоусилитель со схемой низкочастотной коррекции с помощью фильтра

На рис. 69 приведена схема видеоусилителя со схемой низкочастотной коррекции. Для уменьшения частотных искажений и подъема частотной характеристики в области нижних частот в схему видеоусилителя вводятся дополнительные элементы, корректирующие его частотную характеристику.

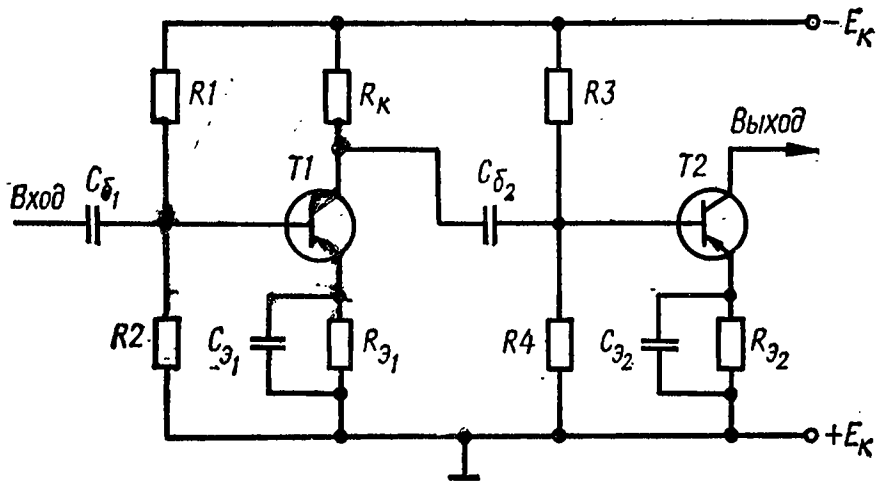


Рис. 70. Транзисторный видеоусилитель на резисторах

Наиболее распространенным способом низкочастотной коррекции является включение фильтра $R_ФC_Ф$ в анодную цепь лампы. На нижних частотах сопротивление фильтра заметно увеличивается за счет увеличения сопротивления емкости $C_ф$, что приводит к возрастанию коэффициента усиления каскада.

Схемы каскадов транзисторных видеоусилителей на резисторах с корректирующей индуктивностью и отрицательной обратной связью приведены на рис. 70—72.

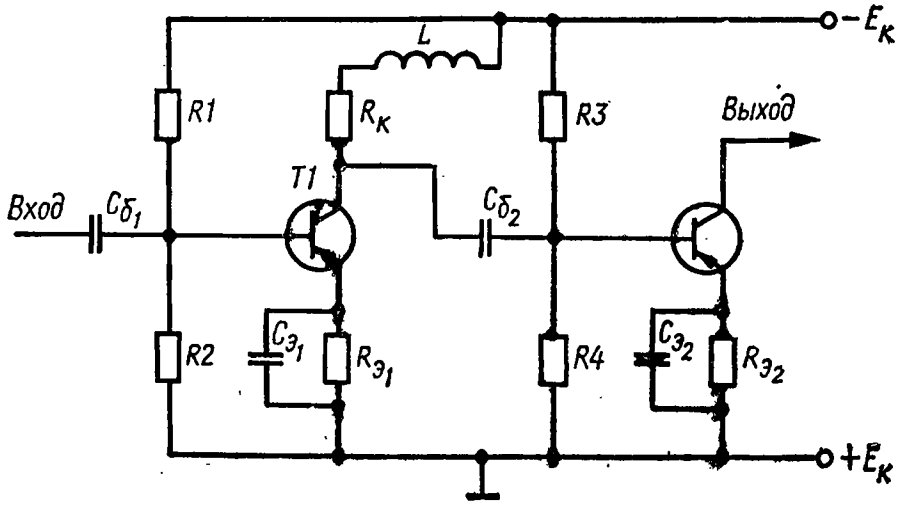


Рис. 71. Транзисторный видеоусилитель с корректирующей индуктивностью

Назначение корректирующих элементов транзисторных видеоусилителей аналогично ламповым.

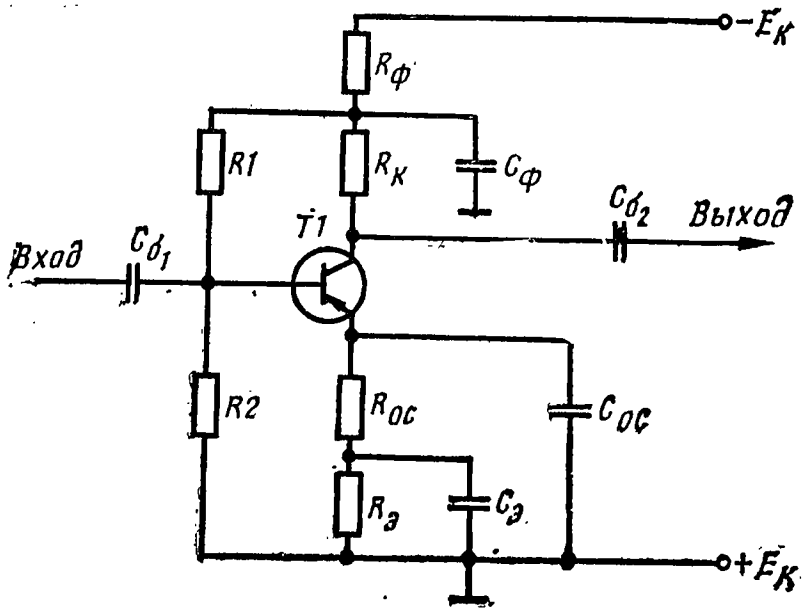


Рис. 72. Транзисторный видеоусилитель с отрицательной обратной связью

Разновидностью видеоусилителей являются логарифмические (ЛВУ), обеспечивающие нормальную работу приемного устройства при широком динамическом диапазоне входных сигналов. При поступлении на вход ЛВУ минимального входного сигнала все

каскады усилителя работают в линейном режиме. По мере возрастания входного сигнала каскады (начиная с последнего) работают в режиме ограничения.

3.2.2 Характерные неисправности и методы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей видеоусилителей следует пользоваться Перечнем (табл. 12).

Таблица 12

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Длительность фронта и спада импульса ($\tau_ф$, $\tau_с$) больше величин, указанных в инструкциях по эксплуатации (рис. 73)	Номиналы элементов корректирующих цепей и сопротивление анодной нагрузки не соответствуют величинам, указанным в принципиальных схемах	Проверить номиналы элементов корректирующих цепей и анодной нагрузки; заменить неисправные элементы
Спад вершины импульса ΔU больше указанного на осциллограммах	Недостаточность постоянных времени цепи связи, цепей экранирующей сетки (базы) и участка $R_кC_к$ (R и C эмиттера)	Проверить цепи связи, цепи экранирующей сетки и участка $R_кC_к$. Элементы, номиналы которых не соответствуют принципиальным схемам, заменить
	Сопротивление катодной нагрузки выходного каскада видеоусилителя не равно волновому сопротивлению кабеля	Заменить катодную нагрузку
Полоса пропускания не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Номиналы элементов отрицательной обратной связи не соответствуют величинам, указанным на принципиальных схемах	Проверить номиналы элементов; неисправные элементы заменить
Коэффициент усиления видеоусилителя меньше величины, указанной в эксплуатационной документации	Крутизна характеристики ламп видеоусилителя не соответствует паспортным данным	Заменить неисправные лампы
	Неисправность каскадов видеоусилителя или катодного (эмиттерного) повторителя, служащего нагрузкой оконечного каскада видеоусилителя	Проверить режимы работы каскадов видеоусилителя по таблицам напряжений и сопротивлений, выявить неисправные элементы и заменить их

Окончание табл. 12

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Максимальная амплитуда напряжения видеоусилителя не соответствует величине, указанной в инструкции по эксплуатации	Неисправность последних каскадов	Проверить по таблицам напряжений и сопротивлений режимы работы последних каскадов, выявить неисправные элементы и заменить их

3.2.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:
форма выходного напряжения;
полоса пропускания;
коэффициент усиления;
максимальное значение напряжения сигнала на выходе видеоусилителя.

3.2.4. Методики проверки технических требований

Форма выходного напряжения видеоусилителя, на вход которого поступают прямоугольные импульсы, должна соответствовать форме, указанной в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

подать на вход видеоусилителя от генератора импульсов прямоугольные импульсы такой амплитуды и длительности, какие поступают на вход видеоусилителя с нагрузки детектора в номинальном режиме работы приемного устройства;

выход видеоусилителя нагрузить на эквивалент нагрузки (обычно это резисторы типа МЛТ сопротивлением 50 или 75 Ом) и параллельно нагрузке подключить осциллограф;

измерить осциллографом параметры импульсов, указанные на рис. 73 (амплитуду импульса $U_и$, длительность импульса $\tau_и$, длительность фронта $\tau_ф$, длительность спада $\tau_с$, спад вершины $\Delta U_и$);

конкретно для каждого устройства измерить только те параметры, проверка которых предусмотрена технической документацией;

сравнить результаты измерения с данными, приведенными в ИЭ на осциллограммах импульсов видеоусилителя.

Полоса пропускания видеоусилителя должна соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

подключить к входу усилителя генератор сигналов;

подключить к выходу видеоусилителя согласующую нагрузку (резистор типа МЛТ сопротивлением 50 или 75 Ом) и ламповый вольтметр;

установить на генераторе сигналов частоту, соответствующую средней частоте полосы пропускания видеоусилителя;

установить амплитуду напряжения на выходе генератора меньше величины, соответствующей порогу ограничения видеоусилителя в 2 раза; заметить показания вольтметра, подключенного к выходу видеоусилителя, и напряжение на выходе генератора;

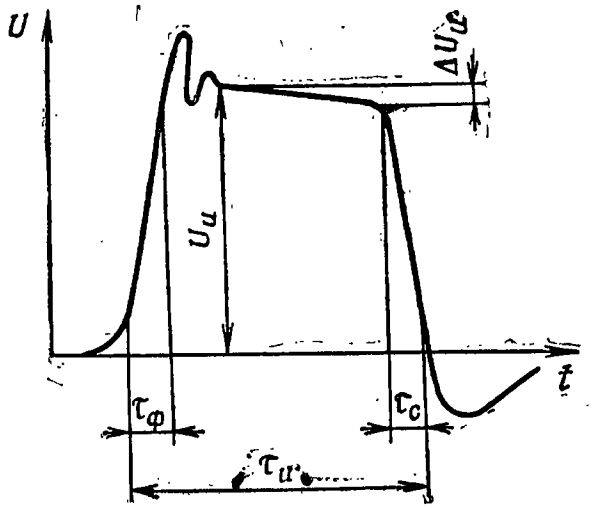


Рис. 73. Форма импульсного сигнала видеоусилителя

увеличить напряжение на выходе генератора в 1,4 раза и, изменяя частоту генератора в сторону увеличения (уменьшения), определить при этом значении напряжения верхнюю (нижнюю) граничную частоту, при которой напряжение на выходе видеоусилителя вновь будет соответствовать ранее установленному.

Ширина полосы пропускания будет численно равна разности верхней и нижней граничных частот.

Коэффициент усиления должен соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Проверять на средней частоте видеоусилителя в такой последовательности:

подключить генератор сигналов к входу видеоусилителя;

подключить к выходу видеоусилителя согласующую нагрузку и ламповый вольтметр;

установить частоту генератора, соответствующую средней частоте полосы пропускания видеоусилителя, определяемой по формуле

$$F_{ср} = \frac{\Delta F}{2},$$

где ΔF — полоса пропускания видеоусилителя;

установить напряжение на выходе генератора сигналов, соответствующее порогу ограничения видеоусилителя, а затем уменьшить в 2 раза и при этом напряжении ($U_{вх}$) измерить напряжение на выходе видеоусилителя ($U_{вых}$);

определить коэффициент усиления видеоусилителя по формуле

$$K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}.$$

Максимальная амплитуда напряжения на выходе видеоусилителя должна соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

подать на вход видеоусилителя от генератора импульсы, полярность, частота следования и длительность которых соответствуют принимаемым сигналам приемного устройства;

подключить к выходу видеоусилителя эквивалент нагрузки и осциллограф;

увеличить амплитуду импульсов на выходе генератора до получения на выходе видеоусилителя максимальной амплитуды импульсов и измерить амплитуду напряжения импульсов осциллографом.

3.3. УСИЛИТЕЛИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ

3.3.1. Общие сведения

В зависимости от требований, предъявляемых к полосе пропускания усилителя промежуточной частоты (УПЧ), в приемных устройствах применяются УПЧ трех типов:

с одноконтурными каскадами, настроенными на промежуточную частоту $f_{пр}$;

с одноконтурными взаимно расстроенными каскадами;

с двумя связанными контурами в каждом каскаде, настроенными на частоту $f_{пр}$.

В приемных устройствах, удаленных от антенн, для повышения отношения сигнала к шуму УПЧ конструктивно разделен на две части: предварительный (ПУПЧ) и главный (УПЧ) усилители. ПУПЧ размещается вместе с высокочастотной частью приемного устройства. При ремонте такого усилителя соединение ПУПЧ с УПЧ должно производиться штатным кабелем, имеющим определенную длину, при которой достигается согласование.

3.3.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей усилителей промежуточной частоты следует пользоваться Перечнем (табл. 13).

Таблица 13

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Коэффициент усиления УПЧ меньше величины, тре-	Потеря эмиссии ламп, неисправны транзисторы	Заменить неисправные лампы (транзисторы).

Окончание табл. 13

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
буемой в эксплуатационной документации		Положение деталей и элементов монтажа сохранить неизменным
Полоса пропускания УПЧ меньше величины, указанной в эксплуатационной документации	Ухудшение параметров ламп (транзисторов) УПЧ	Заменить неисправные лампы (транзисторы)
	Изменение расположения элементов монтажа	Восстановить монтаж
	Расстроены индуктивности контуров	Настроить индуктивности контуров
Пределы ручной регулировки усиления меньше величин, указанных в эксплуатационной документации	Напряжение питания в цепи потенциометров не соответствует требуемому	Установить требуемое напряжение питания
	Неисправен потенциометр	Заменить потенциометр

3.3.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:
коэффициент усиления;
полоса пропускания;
пределы ручной регулировки усиления.

3.3.4. Методика проверки технических требований

Коэффициент усиления должен соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Проверять на резонансной частоте в следующем порядке:

подключить генератор сигналов через переходное согласующее устройство (эквивалент смесителя) к входу УПЧ;

установить ручной регулировкой усиления уровень собственных шумов усилителя 0,1 В, если нет других указаний в ИЭ;

включить генератор сигналов и после прогрева установить амплитуду сигнала резонансной (промежуточной) частоты, при которой напряжение на выходе УПЧ, измеряемое ламповым вольтметром, обеспечит номинальный режим работы видеодетектора (1—2 В);

определить коэффициент усиления УПЧ на резонансной частоте по формуле

$$K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}},$$

где $U_{вых}$ — напряжение на выходе УПЧ;
$U_{вх}$ — напряжение на входе УПЧ.

Полоса пропускания УПЧ должна соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Полосу пропускания проверять в следующем порядке:

подключить генератор сигналов через переходное согласующее устройство (эквивалент смесителя) к входу УПЧ;

установить переключатель встроенного контрольно-измерительного прибора приемного устройства в положение, соответствующее измерению тока видеодетектора, или подключить к нагрузке видеодетектора ламповый вольтметр;

установить ручной регулировкой усиления такое усиление УПЧ, при котором напряжение шумов на нагрузке детектора будет равно 0,1 В, если нет других указаний в ИЭ;

включить генератор сигналов и после его прогрева установить сигнал частотой, равной промежуточной частоте, и такой амплитуды, при которой напряжение на нагрузке детектора $U_{вых}$ будет соответствовать номинальному режиму работы детектора;

определить граничные частоты $F_н$ и $F_в$, изменяя частоту генератора в сторону уменьшения, а затем в сторону увеличения до таких величин, при которых при неизменном напряжении на входе УПЧ напряжение на нагрузке детектора станет равным $0{,}7U_{вых}$;

определить полосу пропускания УПЧ по формуле

$$\Delta F = F_в - F_н.$$

Настройку контуров с целью расширения полосы пропускания производить только в крайних случаях. Решение о настройке УПЧ с одноконтурными взаимно расстроенными каскадами может быть принято при условии, если в эксплуатационной или ремонтной документации указаны частоты для настройки каждого контура.

Пределы ручной регулировки усиления должны соответствовать указанным в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

установить ручной регулировкой усиления максимальное усиление УПЧ;

измерить вольтметром, подключенным к нагрузке детектора, напряжение шумов УПЧ и заметить показания вольтметра;

подать от генератора сигналов в режиме непрерывной генерации сигнал резонансной частоты;

установить амплитуду напряжения U_1 на входе УПЧ такой величины, при которой напряжение на нагрузке детектора увеличится на 25% относительно напряжения шумов;

установить ручной регулировкой усиления минимальное усиление УПЧ;

установить напряжение U_2 на входе УПЧ, при котором показание вольтметра, подключенного к нагрузке детектора, останется неизменным;

определить пределы ручной регулировки усиления (коэффициент регулировки усиления) по формуле

$$K_р = \frac{U_2}{U_1}.$$

3.3.5. Настройка УПЧ

При настройке УПЧ приборы подключать через переходные согласующие устройства, как указано в разд. 1 настоящей части Руководства.

При измерении напряжений и сопротивлений каскадов УПЧ нельзя изменять положение проводов и деталей (резисторов, конденсаторов, дросселей), например, отгибать или сдвигать их в сторону, так как в этом случае изменится емкость монтажа и внесется расстройка. Чем выше промежуточная частота, тем большее значение имеет это указание.

Настройка УПЧ с одиночными контурами, настроенными на одну частоту

Усилитель настраивать в следующем порядке:

подключить ламповый вольтметр к нагрузке детектора;

подключить генератор сигналов к входу настраиваемого каскада и установить промежуточную частоту;

настроить контур каскада, добиваясь максимального показания лампового вольтметра, изменением положения сердечника катушки индуктивности контура.

Если в приемном устройстве предусмотрена ручная регулировка усиления, окончательную подстройку контуров производить при минимальном сигнале на входе УПЧ и максимальном усилении УПЧ. Это необходимо потому, что изменение усиления вызывает изменение междуэлектродных емкостей и внутренних сопротивлений ламп. Поэтому точная настройка контуров при минимальном сигнале и максимальном усилении УПЧ приближает условия настройки к наиболее тяжелым условиям работы приемного устройства, когда сигнал на входе очень слабый.

Настройка УПЧ с одноконтурными взаимно расстроенными каскадами

Вариант схемы УПЧ с расстроенными парами контуров, с обозначением точек подключения измерительных приборов при настройке приведен на рис. 74.

Усилитель рекомендуется настраивать в следующем порядке:

подключить через переходное согласующее устройство к входу настраиваемого каскада генератор сигналов, а к выходу последующего каскада — ламповый вольтметр;

зашунтировать контур последующего каскада, настроенный на другую частоту, резистором сопротивлением 2—3 кОм;

установить на генераторе сигналов такую частоту, на которую настраивается контур;

изменяя индуктивность контура или емкость подстроечного конденсатора, настроить контур в резонанс по максимальному показанию вольтметра.

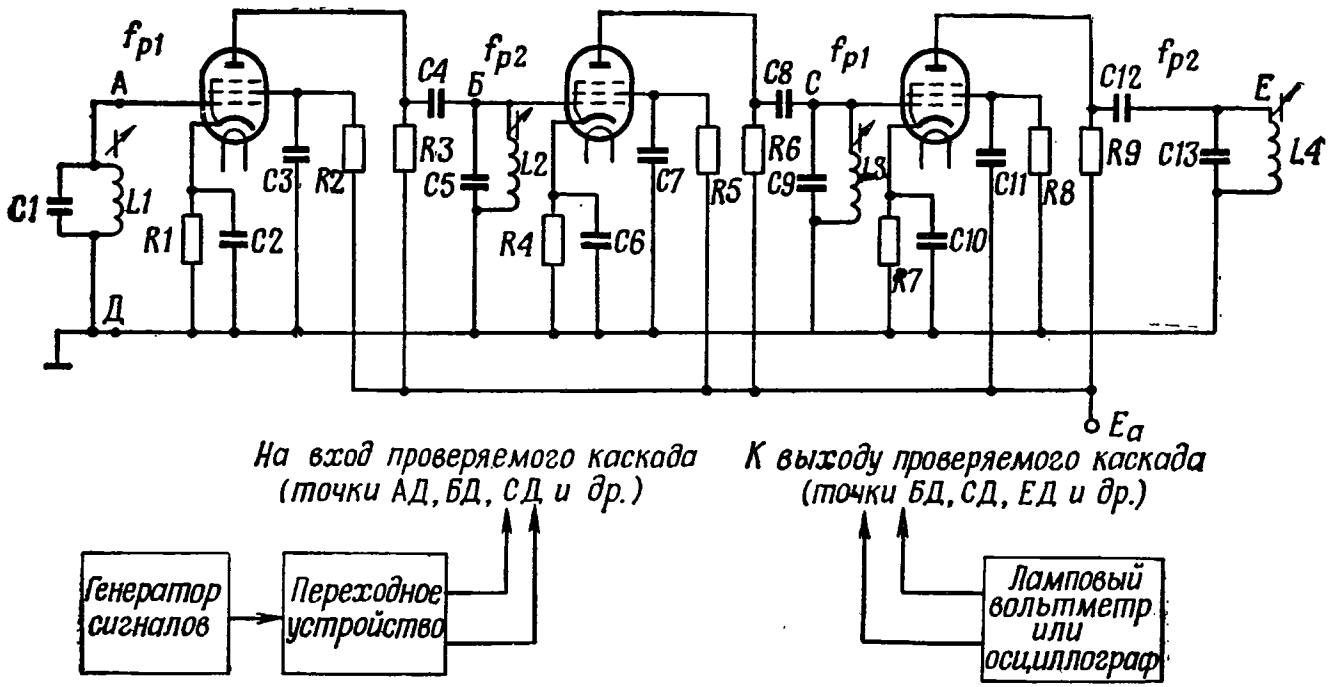


Рис. 74. Вариант ламповой схемы УПЧ с расстроенными парами контуров и приборами, подключенными для настройки

Подключение лампового вольтметра к выходу последующего каскада позволяет избежать расстройки контура проверяемого каскада после отключения вольтметра.

Настройка УПЧ с двумя связанными контурами

Обычно конструкция контурных катушек УПЧ не позволяет регулировать связь между контурами.

Настройка отдельного каскада достигается подстройкой индуктивностей анодного и сеточного контуров. На рис. 75 приведен вариант ламповой схемы УПЧ с двумя связанными контурами (полосовыми фильтрами).

Рекомендуется настраивать каскады такого УПЧ в следующем порядке:

подключить через переходное согласующее устройство генератор сигналов к входу настраиваемого каскада;

подключить к нагрузке детектора или к выходу видеоусилителя ламповый вольтметр;

установить амплитуду модулированного сигнала промежуточной частоты такой, чтобы на выходе детектора или видеоусилителя амплитуда сигнала не превышала рабочего значения;

настроить сначала анодный контур, а затем сеточный изменением индуктивности контурных катушек или емкости подстроечного конденсатора по максимальному показанию вольтметра.

Первый каскад настраивается с эквивалентом смесителя.

Если при настройке отдельных каскадов снималось днище линейки УПЧ, окончательную подстройку производить при закрытом днище, когда сигнал на вход УПЧ подается через эквивалент смесителя.

3.4. УСИЛИТЕЛИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

3.4.1. Общие указания

В приемных устройствах метрового и дециметрового диапазона волн для усиления сигналов по высокой частоте применяются резонансные усилители на пентодах или маячковых лампах, а также ЛБВ.

В приемных устройствах сантиметрового и миллиметрового диапазона применяются усилители высокой частоты (УВЧ) на ЛБВ, полупроводниковые параметрические УВЧ и УВЧ на туннельных диодах.

3.4.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей усилителей высокой частоты следует пользоваться Перечнем (табл. 14).

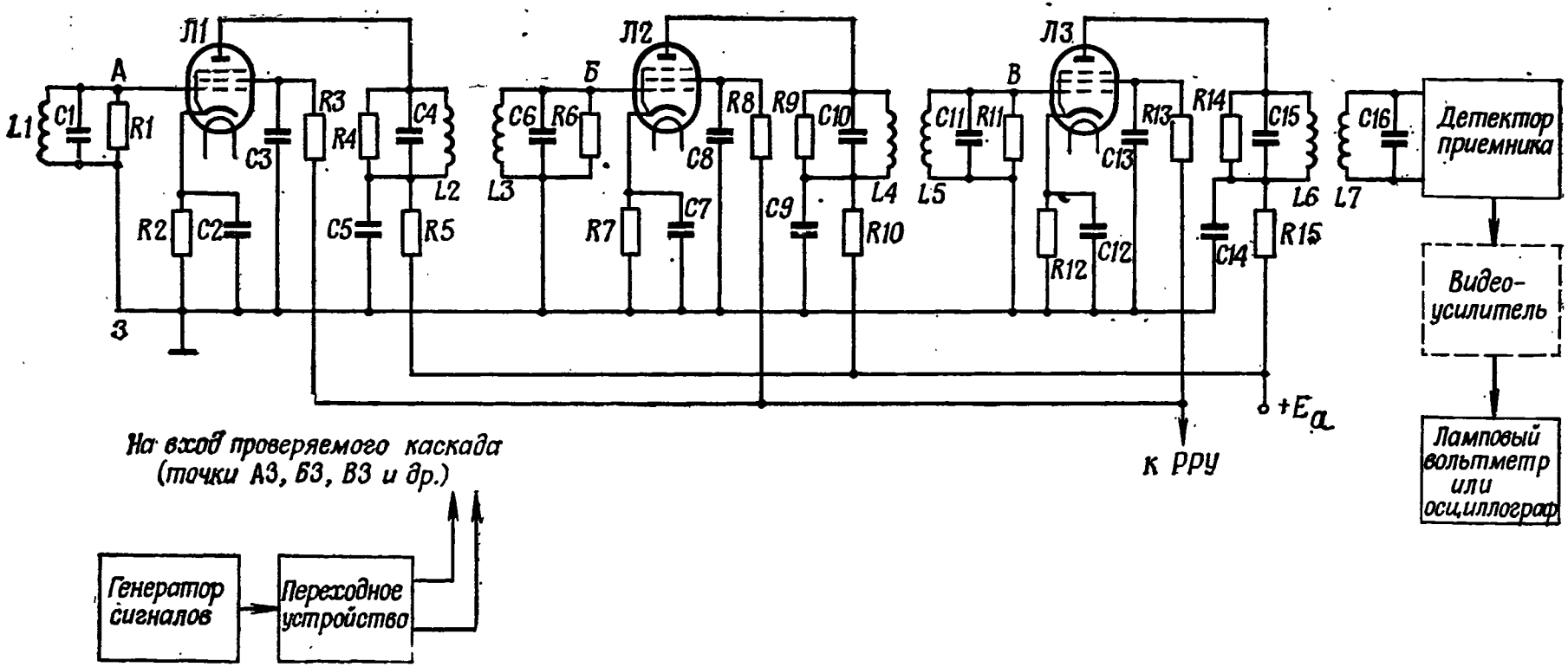


Рис. 75. Вариант ламповой схемы УПЧ с полосовыми фильтрами, настроенными на одну частоту, и приборами, подключенными для настройки

Таблица 14

Перечень
наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Отсутствует или мала амплитуда сигнала на выходе резонансных усилителей на пентодах или маячковых лампах. Коэффициент усиления не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Неисправна лампа	Заменить лампу
	Изменено расположение элементов монтажа	Восстановить монтаж
	Режимы работы элементов усилителей не соответствуют режимам, указанным в таблицах напряжений и сопротивлений	Проверить режимы работы элементов и заменить неисправные элементы
Отсутствует или мала амплитуда сигнала на выходе полупроводниковых параметрических УВЧ	Неисправен генератор накачки	Заменить генератор накачки в соответствии с указаниями ИЭ
	Неисправен параметрический диод	Заменить параметрический диод в соответствии с указаниями ИЭ
То же для УВЧ на туннельных диодах	Неисправен диод	Заменить диод
	При исправном диоде величина смещения на нем не соответствует требуемой	Установить величину смещения диода в соответствии с указаниями ИЭ
Коэффициент усиления УВЧ на ЛБВ меньше величины, указанной в паспорте на ЛБВ	Питающие напряжения ЛБВ не соответствуют паспортным значениям	Установить питающие напряжения ЛБВ в соответствии с указаниями ИЭ
	Нарушена юстировка ЛБВ	Произвести юстировку ЛБВ
	Неисправна ЛБВ	Заменить ЛБВ в соответствии с указаниями ИЭ

3.4.3. Проверяемые технические требования усилителей высокой частоты

Проверке подлежат следующие технические требования:
коэффициент усиления;
сопротивление фокусирующей системы ЛБВ;
сопротивление изоляции фокусирующей системы ЛБВ;
плавность хода подвижных частей арматуры ЛБВ.

3.4.4. Методика проверки технических требований усилителей высокой частоты

Величина коэффициента усиления УВЧ должна быть не менее величины, указанной в ЭД.

Проверять в следующем порядке:

подать от генератора сигналов сигнал рабочей частоты на измеритель малой мощности и установить уровень мощности сигнала, равный номинальному выходному сигналу проверяемого усилителя;

зафиксировать показания измерителя мощности и показания аттенюатора генератора сигналов;

уменьшить мощность сигнала на выходе генератора сигналов на величину, превышающую коэффициент усиления проверяемого УВЧ, и подключить вход усилителя к выходу генератора сигналов, а к выходу усилителя подключить измеритель малой мощности;

увеличить аттенюатором мощность сигнала на выходе генератора до такой величины, при которой показания измерителя малой мощности будут соответствовать первому измерению;

определить разность между показаниями аттенюатора, полученными при первом и втором измерениях, которая численно равна коэффициенту усиления УВЧ в децибелах.

Коэффициент усиления измерять на частотах, указанных в ЭД.

Сопротивление фокусирующей системы (соленоида) ЛБВ должно соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Проверять в холодном состоянии соленоида омметром, имеющим точность измерения не хуже ±5%.

Сопротивление изоляции фокусирующей системы ЛБВ должно быть не менее 10 МОм.

Проверять мегаомметром на 500 В.

Подвижные части арматуры ЛБВ должны иметь плавный ход и обеспечивать юстировку ЛБВ в арматуре.

Проверять вращением юстировочных устройств от руки и установкой в арматуру ЛБВ, непригодных для работы в приемном устройстве, но не имеющих внешних повреждений.

3.4.5. Настройка ЛБВ

Параметры ЛБВ в большой степени зависят от электрического режима питания. В связи с этим каждый экземпляр ЛБВ имеет свой индивидуальный паспорт, согласно которому устанавливается напряжение каждого электрода. Отклонение от этого оптимального режима может привести к ухудшению основных высокочастотных параметров ЛБВ или к выходу ее из строя.

Коэффициент усиления ЛБВ определяется величиной тока луча и напряжением замедляющей системы (спирали). Имеется только одно значение напряжения спирали, при котором усиление ЛБВ максимально. Изменение этого напряжения (например, на 3—5% от оптимального значения) приводит к уменьшению коэффициента усиления ЛБВ на 3—7 дБ.

Другим параметром, величина которого существенно зависит от напряжения электродов, является коэффициент шума ЛБВ.

Минимальный коэффициент шума ЛБВ достигается экспериментальным подбором режима работы ЛБВ на заводе-изготови-

теле. Этот же режим указывается в паспорте; его необходимо устанавливать при ремонте и эксплуатации.

Значения напряжений спирали, соответствующих максимальному усилению и минимальному коэффициенту шума, почти совпадают, поэтому в приемных устройствах, не имеющих системы встроенного контроля, напряжение спирали следует устанавливать по максимальному усилению ЛБВ. Если приемное устройство имеет встроенный контроль коэффициента шума, напряжение спирали ЛБВ следует устанавливать по минимальному коэффициенту шума.

Долговечность ЛБВ зависит не только от качества изготовления, но и от правильности их эксплуатации.

Перед подачей питающих напряжений на электроды ЛБВ при ремонте приемного устройства на рабочем месте (в мастерской) органы регулировки питающих напряжений необходимо установить в положение, обеспечивающее подачу минимальных напряжений на спираль, аноды и управляющий электрод. Паспортные значения напряжения следует вначале установить на коллекторе, затем на спирали, на анодах (первом, втором и т. д.) и на управляющем электроде. По мере установки паспортных значений напряжений начнет появляться ток коллектора и ток спирали. Для

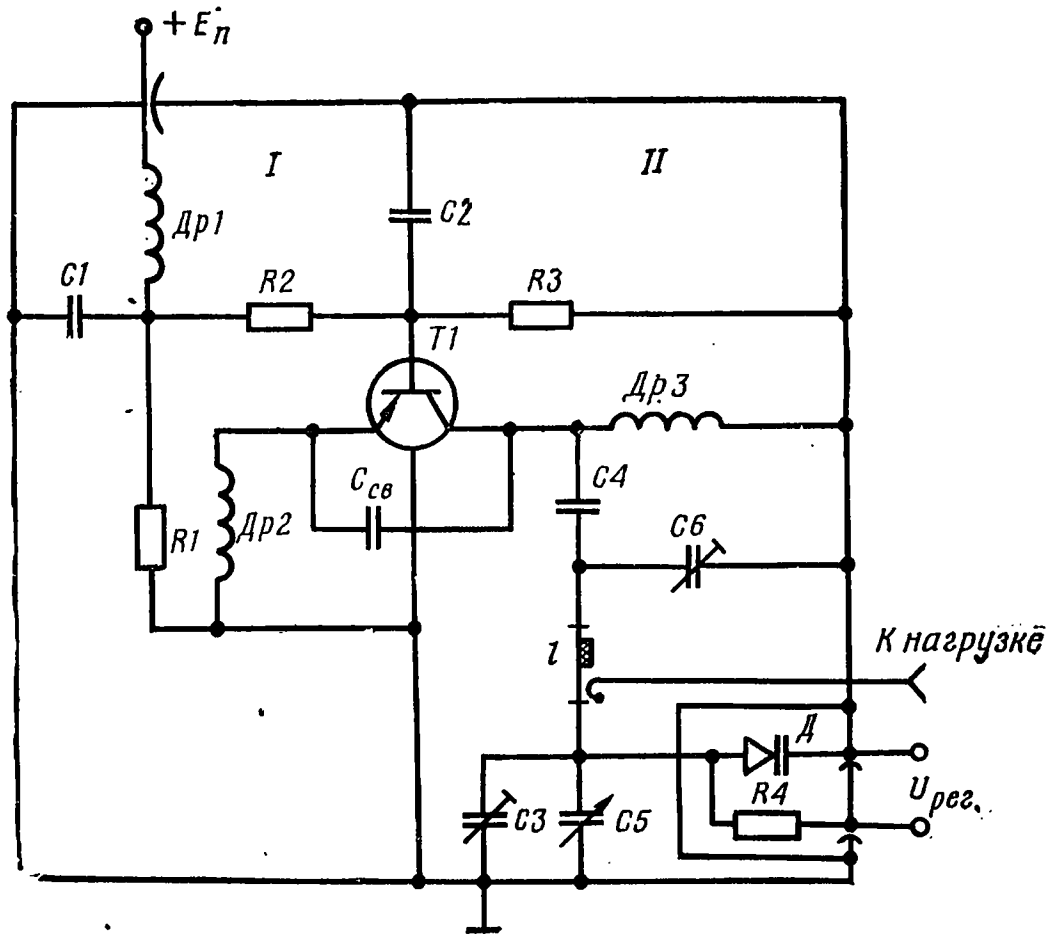


Рис. 76. Схема гетеродина с емкостной обратной связью и контуром в виде полуволнового отрезка линии

того чтобы не допустить значительного тока спирали, по мере установки питающих напряжений необходимо произвести юстировку непакетированных ЛБВ в магнитном поле с помощью юстировочных приспособлений.

После установки питающих напряжений, указанных в паспорте, зафиксировать юстировочные приспособления.

Первоначально ЛБВ настроить по максимальному току второго детектора приемного устройства изменением в небольших пределах напряжения спирали; затем установить напряжение на спирали, соответствующее минимальному значению коэффициента шума, используя систему встроенного контроля.

После настройки ЛБВ записать значение токов коллектора и спирали на специальной табличке шильдика, а коэффициент шума приемного устройства — в формуляр ремонтируемого изделия.

3.5. ГЕТЕРОДИНЫ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

3.5.1. Общие указания

В приемных устройствах дециметрового диапазона волн в качестве гетеродинов применяются маломощные генераторы, собранные по схеме с емкостной обратной связью. Контуры таких гетеродинов состоят из отрезков длинных линий. Схема гетеродина с емкостной обратной связью и контуром в виде полуволнового отрезка линии приведена на рис. 76.

В дециметровом диапазоне в качестве гетеродина используются также автогенераторы с кварцевой стабилизацией частоты с последующим умножением частоты. Структурная схема гетеродина с умножением частоты приведена на рис. 77.

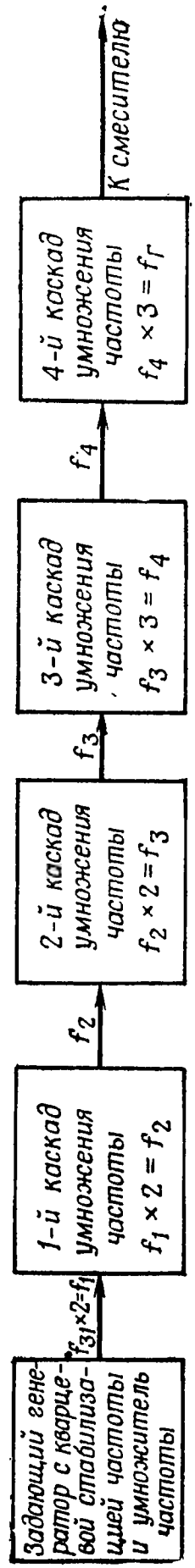


Рис. 77. Структурная схема гетеродина с умножением частоты

3.5.2. Характерные неисправности и методы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей гетеродинов приемных устройств дециметрового диапазона следует пользоваться Перечнем (табл. 15).

Таблица 15

Перечень
наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Частота генерируемых колебаний гетеродина не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Параметры элементов коллекторного контура не соответствуют принципиальной схеме генератора	Проверить номиналы конденсаторов С1—С3. При недостаточном диапазоне перестройки генератора проверить диапазон изменения емкости конденсатора С3 (рис. 76). Неисправные элементы заменить
Недостаточная мощность генерируемых колебаний	Номиналы элементов контура в цепи база — эмиттер и элементов обратной связи не соответствуют принципиальной схеме гетеродина	Проверить номиналы дросселя Др1 и конденсатора $C_{св}$ на соответствие их принципиальной схеме (рис. 76). Неисправные элементы заменить

3.5.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:
диапазон рабочих частот;
мощность сигнала в заданном диапазоне частот.

3.5.4. Методика проверки технических требований

Диапазон рабочих частот и мощность сигнала в заданном диапазоне должны соответствовать указанным в ИЭ, ТО или формуляре.

Проверять на выходе гетеродина частотомером и измерителем мощности требуемого диапазона. При этом петлю связи выхода гетеродина устанавливать в положение, соответствующее максимальной связи гетеродина с измерителем мощности.

При несоответствии частоты и мощности колебаний ЭД найти неисправность и устранить ее в соответствии с п. 3.5.2.

3.6. ГЕТЕРОДИНЫ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ САНТИМЕТРОВОГО И МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНОВ

3.6.1. Общие указания

В приемных устройствах сантиметрового и миллиметрового диапазонов в качестве гетеродинов используются электровакуумные и полупроводниковые генераторы СВЧ. К первым относятся

главным образом отражательные клистроны и маломощные лампы обратной волны (ЛОВ), ко вторым — маломощные СВЧ генераторы, в которых используются в качестве активного элемента один или несколько полупроводниковых СВЧ диодов, а в качестве СВЧ колебательной системы — резонаторы в виде волноводно-коаксиального или полоскового устройства.

3.6.2. Характерные неисправности и методы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей гетеродинов приемных устройств сантиметрового и миллиметрового диапазонов следует пользоваться Перечнем (табл. 16).

Таблица 16

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Диапазон настройки гетеродина не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Деформирован резонатор	Заменить резонатор или гетеродин
	Сорвана резьба винтов механической перестройки или в корпусе резонатора	Заменить винт механической перестройки или резонатор
Мощность гетеродина не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Деформирована или касается корпуса петля связи	Выправить петлю связи
	Напряжение на отражателе клистрона не соответствует величине, указанной в паспорте	Установить требуемое напряжение отражателя клистрона
	Потеря эмиссии лампы	Заменить лампу
Диапазон электронной перестройки частоты гетеродина меньше величины, указанной в эксплуатационной документации	Напряжение на отражателе клистрона не соответствует величине, указанной в паспорте	Установить напряжение отражателя клистрона в соответствии с указаниями в паспорте
	Напряжение замедляющей системы лампы обратной волны не соответствует величине, указанной в паспорте	Установить напряжение замедляющей системы лампы обратной волны в соответствии с указаниями в паспорте
	Ток диода маломощных СВЧ генераторов не соответствует величине, указанной в паспорте	Установить требуемый ток диода

3.6.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:

диапазон настройки (для клистронов и маломощных СВЧ генераторов);

выходная мощность;

диапазон электронной перестройки частоты.

3.6.4. Методика проверки технических требований

Диапазон настройки гетеродина должен соответствовать указанному в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

подключить к контрольному выходу гетеродина частотомер;

вращая винты механической перестройки частоты генерации резонатора, измерить частотомером минимальную и максимальную частоты настройки резонатора и определить диапазон настройки гетеродина как разность этих частот.

Мощность гетеродина должна соответствовать указанной в ИЭ.

Проверять измерителем малой мощности, подключенным к контрольному выходу гетеродина. Петлю связи контрольного выхода гетеродина установить в положение, соответствующее максимальной связи гетеродина с измерителем мощности. Мощность измерять на крайних частотах и на средней частоте рабочей зоны генерации.

Диапазон электронной перестройки частоты гетеродина проверять в следующем порядке:

подключить измеритель малой мощности к контрольному выходу гетеродина;

установить напряжение на отражателе клистрона (управляющее напряжение — на замедляющей системе для лампы обратной волны; ток диода — для маломощных СВЧ генераторов), соответствующее максимальной мощности гетеродина в рабочей зоне генерации, указанной в паспорте на гетеродин;

уменьшить напряжение на отражателе клистрона (управляющее напряжение на замедляющей системе — для лампы обратной волны; ток диода — для маломощных СВЧ генераторов) до получения мощности (по шкале измерителя мощности), равной половине максимальной;

отключить измеритель малой мощности и вместо него подключить частотомер;

измерить волномером частоту гетеродина;

отключить частотомер и вместо него вновь подключить измеритель мощности;

проделать аналогичные измерения, увеличивая напряжение на отражателе клистрона (управляющее напряжение на замедляющей системе — для лампы обратной волны; ток диода — для маломощных СВЧ генераторов);

определить диапазон электронной перестройки по разности измеренных частот, соответствующих половинной мощности гетеродина.

3.6.5. Настройка

Клистронный гетеродин настраивать при работе передающего и приемного устройств в следующем порядке:

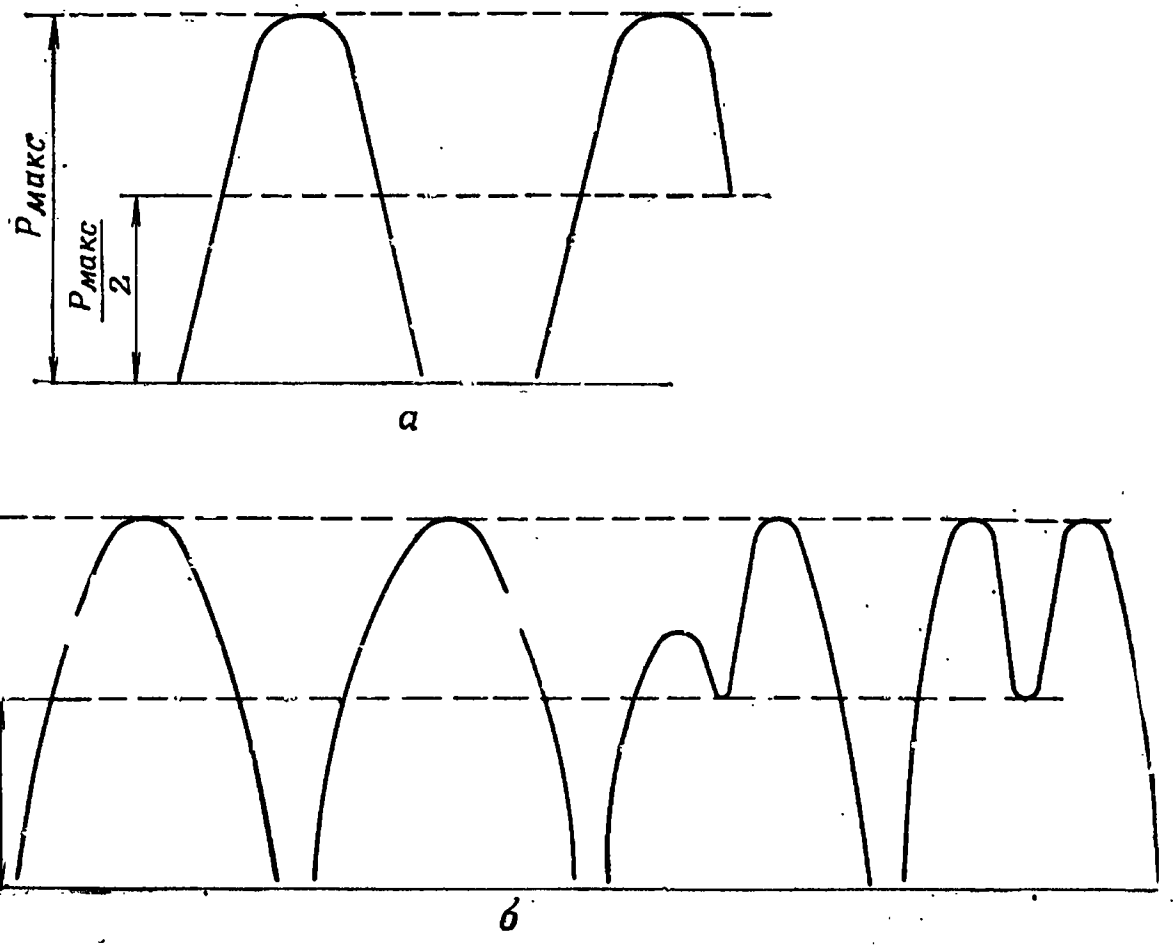


Рис. 78. Формы зоны генерации клистрона:
а — удовлетворительные; *б* — неудовлетворительные

установить напряжение на отражателе клистрона, соответствующее максимальному току смесителя в рабочей зоне генерации, указанной в паспорте на клистрон;

подключить осциллограф к контрольному выходу гетеродина; при этом горизонтальную развертку синхронизировать пилообразным напряжением поиска схемы АПЧ;

проверить по осциллографу форму зоны генерации клистрона при работе в режиме автопоиска частоты (удовлетворительная и неудовлетворительная формы зон генерации показаны на рис. 78);

регулировками согласующих элементов добиться удовлетворительной зоны генерации;

выключить напряжение поиска и настроить клистрон органами механической настройки и изменением напряжения на отражателе таким образом, чтобы рабочая частота клистрона соответствовала центру зоны генерации.

После настройки следует еще раз, наблюдая по осциллографу, убедиться в том, что форма зоны генерации не имеет недопустимых искажений.

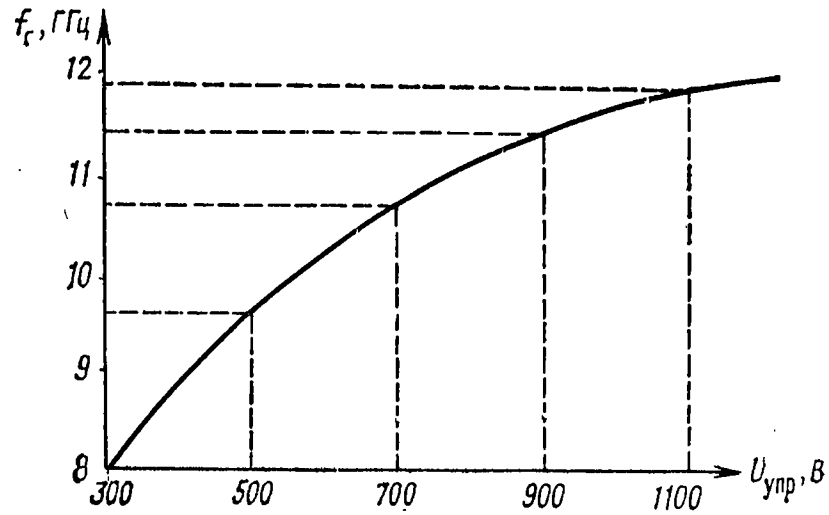


Рис. 79. Характер зависимости частоты f_2 ЛОВ от напряжения на замедляющей системе $U_{упр}$

Если у клистронов во время проверки и настройки наблюдаются медленные изменения выходной мощности, что обнаруживается по показаниям измерителя мощности или по одновременным изменениям токов смесителей сигналов и смесителей АПЧ, необходимо проверить:

совпадение и плотность стяжки обеих половин резонатора;

плотность прижима диафрагм клистрона к уступам резонатора;

надежность контактов подстроечных винтов или плунжеров.

Замена клистронов при ремонте, кроме имеющих механические повреждения и обрыв нити накала, а также кроме случаев, предусмотренных в п. 3.6.2, должна производиться в следующих случаях:

ток клистрона не соответствует величине, указанной в паспорте при номинальных напряжениях питания;

одновременно снижаются токи смесителей сигналов и АПЧ и становятся меньше минимально допустимой величины, а при замене детекторов требуемый ток смесителей не устанавливается;

срывы генерации на краю рабочей области зоны генерации, которые определяются по переходу схемы АПЧ на краю полосы удержания в режим поиска;

изменение мощности генерируемых клистроном колебаний более чем на 5%, а частоты более чем на 2—3 МГц при переходе из режима ручной регулировки частоты в режим автоматического

управления частотой при условии точной настройки клистрона на номинальную частоту в режиме ручной регулировки.

Примечания: 1. Настройка гетеродинов на лампах обратной волны и маломощных СВЧ генераторах аналогична описанной выше настройке клистронных гетеродинов, но максимальный ток смесителя в рабочей зоне генерации в лампах обратной волны устанавливается изменением напряжения замедляющей системы, а в маломощных СВЧ генераторах — изменением тока СВЧ диода.

2. Вместо проверки формы зоны генерации в гетеродинах на лампах обратной волны проверяется характер зависимости частоты от напряжения на замедляющей системе (рис. 79).

3.7. СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ КЛИСТРОННОГО ГЕТЕРОДИНА

3.7.1. Общие указания

Для предотвращения ухода частоты радиосигнала за пределы полосы пропускания в приемниках радиотехнических устройств (РТУ) применяются схемы автоматической подстройки частоты

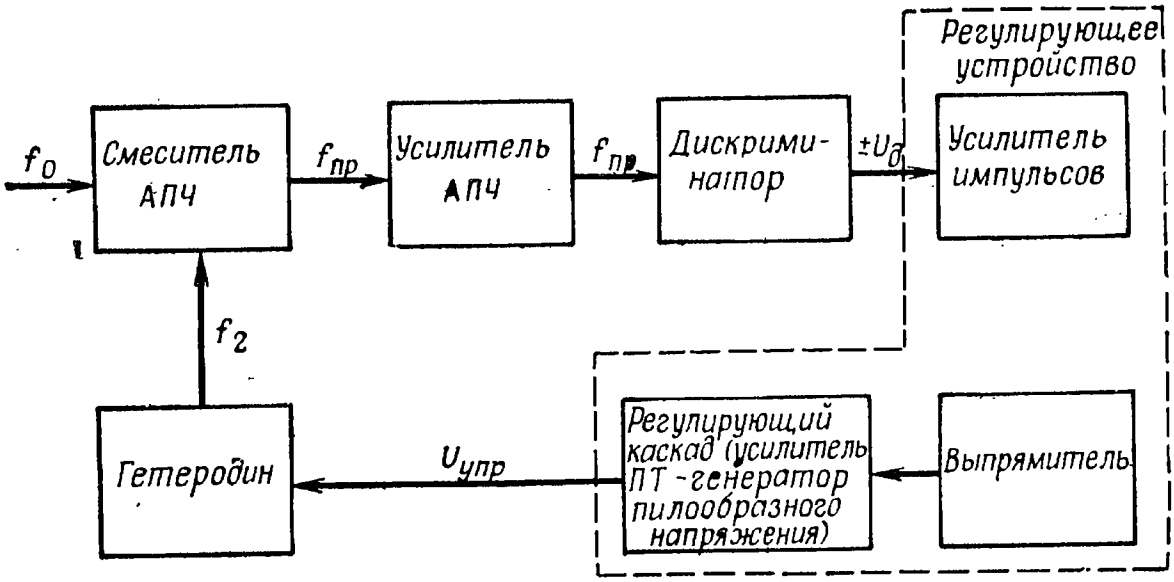


Рис. 80. Структурная схема автоматической подстройки частоты

(АПЧ). Такие схемы обеспечивают перестройку частоты гетеродинов электронным способом.

Для всех типов гетеродинов, приведенных в подразд. 3.6, схема АПЧ одинакова. Отличными являются только элементы гетеродинов, на которые воздействует напряжение регулирующего устройства: для клистронов — на отражатель; для ламп обратной волны — на замедляющую систему; для маломощных СВЧ генераторов — на СВЧ диод.

Структурная схема автоматической подстройки частоты приведена на рис. 80.

3.7.2. Характерные неисправности и методы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей в схеме автоматической подстройки частоты клистронного гетеродина следует пользоваться Перечнем (табл. 17).

Таблица 17

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Коэффициент усиления усилителя АПЧ меньше величины, требуемой в эксплуатационной документации	Неисправны элементы схемы	Проверить режимы работы каскадов усилителя по таблицам напряжений и сопротивлений. Выявить неисправные элементы и заменить их
Полоса пропускания усилителя АПЧ меньше указанной в эксплуатационной документации	Ухудшение параметров ламп (транзисторов) УПЧ	Проверить параметры ламп (транзисторов) и заменить неисправные
	Изменено расположение элементов монтажа	Восстановить монтаж
	Неисправны индуктивности контуров	Заменить индуктивности
Ток смесителя АПЧ не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Не отрегулирована связь гетеродина со смесителем	Регулировкой связи гетеродина со смесителем отрегулировать ток смесителя до нужной величины
	Неисправен детектор смесителя	Заменить детектор
Параметры дискриминатора не соответствуют указанным в эксплуатационной документации	Неисправны элементы дискриминатора	Проверить режимы работы каскада по таблицам напряжений и сопротивлений, выявить неисправные элементы и заменить их
		После замены деталей проверить дискриминатор
Коэффициент усиления усилителя регулирующего устройства не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Ухудшение параметров ламп (транзисторов)	Проверить параметры ламп (транзисторов) и заменить неисправные
	Неисправны другие элементы усилителя	Проверить режимы работы каскадов усилителя по таблицам напряжений и сопротивлений, выявить неисправные элементы и заменить их
Амплитуда пилообразного напряжения не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Ухудшение параметров ламп (транзисторов)	Проверить параметры ламп (транзисторов) и заменить неисправные

Окончание табл. 17

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
	Неисправны другие элементы генератора пилообразных напряжений	Проверить режимы работы генератора пилообразных напряжений по таблицам напряжений и сопротивлений, выявить неисправные элементы и заменить их
Частота пилообразного напряжения не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Напряжения питания каскадов регулирующего устройства не соответствуют номинальным величинам	Установить требуемые напряжения питания
	Неисправен конденсатор в цепи анод — управляющая сетка (коллектор — база) генератора пилообразного напряжения	Заменить конденсатор

3.7.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:

коэффициент усиления усилителя АПЧ;

полоса пропускания усилителя АПЧ;

ток смесителя АПЧ;

ширина дискриминационной кривой (Δf) дискриминатора;

частотная несимметричность горбов характеристики дискриминатора;

амплитудная неравномерность характеристики дискриминатора;

смещение частоты нулевой точки характеристики дискриминатора от промежуточной частоты;

коэффициент усиления усилителя регулирующего устройства;

амплитуда и частота пилообразного напряжения на отражателе клистрона при работе регулирующего устройства в режиме поиска.

3.7.4. Методика проверки технических требований

Коэффициент усиления и полоса пропускания усилителя АПЧ должны соответствовать величинам, указанным в ИЭ.

Проверку и настройку усилителей АПЧ производить в соответствии с указаниями п. 3.3.4.

Ток смесителя АПЧ должен соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Проверять при совместной работе приемного и передающего устройств встроенным контрольно-измерительным прибором.

Если ток смесителя не соответствует указанному в ИЭ, необходимо регулировкой связи гетеродина со смесителем отрегулировать ток смесителя до нужной величины.

Если регулировкой связи не удается установить заданный ток смесителя, следует заменить детектор смесителя.

Параметры дискриминатора должны соответствовать указанным в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

подать на вход ограничительного каскада дискриминатора от генератора сигналов напряжение промежуточной частоты, величина которого меньше напряжения ограничения ограничительного каскада;

подключить к выходу дискриминатора ламповый вольтметр постоянного тока;

измерить напряжение на выходе дискриминатора, соответствующее промежуточной частоте;

изменяя частоту генератора сигналов, определить частоту f_0, при которой напряжение на выходе дискриминатора U_0 будет равно нулю;

увеличивая, а затем уменьшая частоту генератора сигналов относительно частоты f_0, определить частоты f_1 и f_2, при которых величина положительного (U_1) и отрицательного (U_2) напряжений на выходе дискриминатора будет максимальной.

Результаты измерений записать в табл. 18.

Таблица 18

Пример таблицы для записи результатов измерения сигналов дискриминатора

Частота генератора сигналов		Напряжение на выходе дискриминатора	
обозначение	величина, МГц	обозначение	величина, В
$f_{пр}$		$U_{пр}$	
f_0		U_0	
f_1		U_1	
f_2		U_2	

Определить параметры дискриминатора по формулам, приведенным в табл. 19, подставляя в них результаты измерений.

Коэффициент усиления усилителя регулирующего устройства должен соответствовать указанному в ИЭ. Проверять в следующем порядке:

подать на вход усилителя от генератора импульсов импульсы, длительность и частота следования которых соответствуют эхосигналам, принимаемым приемным устройством;

Таблица 19

Формулы для определения параметров дискриминатора

Наименование параметра	Формула для определения
Ширина дискриминационной кривой Δf	$\Delta f = f_2 - f_1$
Частотная несимметричность характеристики дискриминатора δf	$\delta f = [(f_0 - f_1) - (f_2 - f_0)]$
Амплитудная неравномерность характеристики дискриминатора ΔU	$\Delta U = U_1 - U_2$
Смещение частоты нулевой точки характеристики дискриминатора от промежуточной $\delta f_{пр}$	$\delta f_{пр} = f_{пр} - f_0$

установить амплитуду импульсов на выходе генератора такой, при которой нормально работает схема АПЧ;

измерить осциллографом амплитуду импульсов на выходе усилителя и определить коэффициент усиления усилителя импульсов по формуле

$$K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}},$$

где $U_{вых}$ — амплитуда импульсов на выходе усилителя;

$U_{вх}$ — амплитуда импульсов на входе усилителя.

Амплитуда и частота пилообразного напряжения на отражателе клистрона при работе схемы АПЧ в режиме поиска должна соответствовать указанной в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

подключить осциллограф к выходу генератора пилообразного напряжения;

подключить к отражателю клистрона ламповый вольтметр или установить переключатель встроенного измерительного прибора приемного устройства в положение для измерения напряжения на отражателе клистрона и ручной регулировкой частоты установить напряжение на отражателе клистрона, указанное в ИЭ;

установить переключатель схемы АПЧ в положение, соответствующее автоматической подстройке частоты, и измерить осциллографом амплитуду и частоту пилообразного напряжения.

3.7.5. Настройка фазового дискриминатора

Схема фазового дискриминатора с двумя настроенными контурами, применяемого в качестве чувствительного элемента схемы АПЧ, представлена на рис. 81.

Контуры дискриминатора L1, C1 и L2, C2 настроены на промежуточную частоту. Второй контур L2, C2 связан с первым двумя видами связи: индуктивной (связь между L1 и L2) и емкостной (через конденсатор большой емкости C_0). Нагрузкой диодов являются два последовательно соединенных резистора R1 и R2, заблокированные по промежуточной частоте конденсаторами C3 и

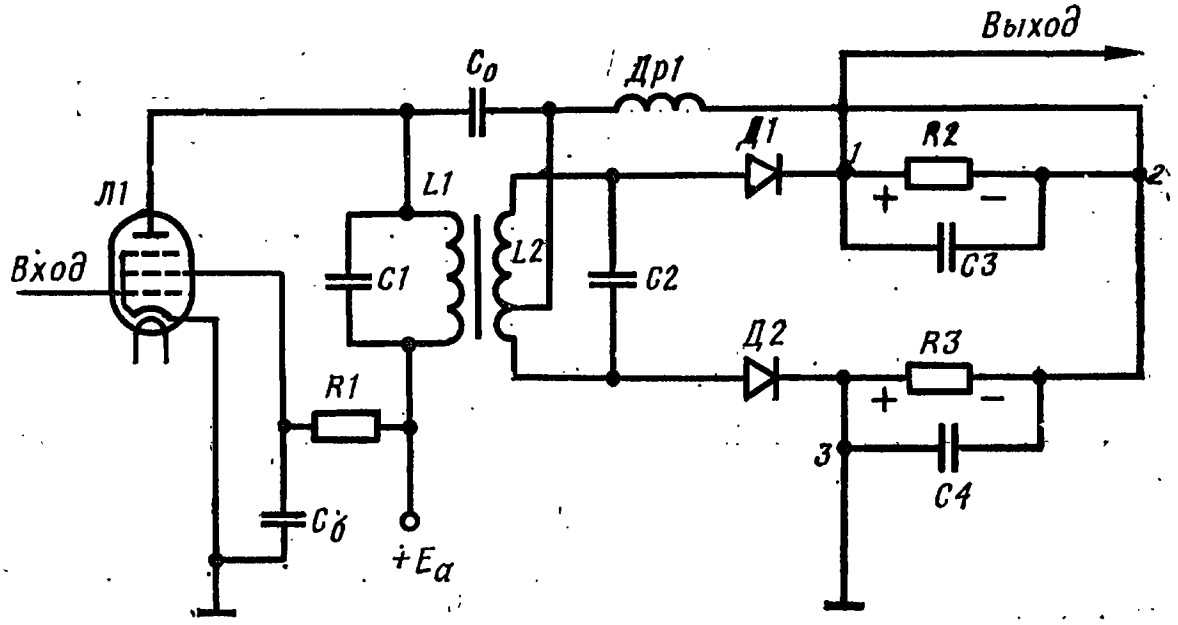


Рис. 81. Схема фазового дискриминатора

C4. Дроссель Др1 препятствует замыканию токов промежуточной частоты и в то же время образует замкнутую цепь для выпрямленных токов. При частоте, равной промежуточной, амплитудные значения напряжений на диодах и токи в нагрузках равны, а выходное напряжение равно нулю.

Если частота отклоняется от резонансной, то разность фаз напряжений на втором и первом контурах не равна 90°, в результате чего на выходе детектора напряжение будет изменяться в определенных пределах пропорционально изменению частоты.

Дискриминатор настраивать в следующем порядке:

подключить генератор сигналов к управляющей сетке ограничительного каскада (Л1);

установить частоту генератора сигналов равной промежуточной частоте приемного устройства;

установить амплитуду напряжения на выходе генератора сигналов несколько меньше величины, соответствующей порогу ограничения ограничительного каскада;

подключить ламповый вольтметр к резистору R2 (точки подключения 2 и 3);

настроить в резонанс с промежуточной частотой контур L1, C1 по максимальному показанию лампового вольтметра;

подключить ламповый вольтметр параллельно всей нагрузке детекторов (точки подключения 1 и 3);

настроить контур L2, C2 в резонанс по минимальному показанию лампового вольтметра;

измерить величину и знак напряжения на нагрузке детектора, расстраивая генератор сигналов последовательно в сторону увеличения и уменьшения частоты относительно промежуточной, и определить параметры дискриминатора, как указано в п. 3.7.4.

3.8. ПРОВЕРКА ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ В СОБРАННОМ ВИДЕ

3.8.1. Общие указания

Перед проверкой приемных устройств в собранном виде установить номинальные значения питающих напряжений и токов.

Установить токи смесителей (или напряжения), номинальные значения которых указаны в ИЭ. Проверить (до включения передающего устройства) исправность разрядников защиты приемного устройства.

Чувствительность или коэффициент шума приемных устройств проверять совместно с элементами АФС при комплексной настройке ремонтируемого изделия в соответствии с указаниями разд. 12 настоящей части Общего руководства.

Допускается проверять чувствительность приемных устройств, все составные части которых расположены в одном блоке, на рабочем месте (вне изделия).

3.8.2. Характерные неисправности и методы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей приемных устройств следует пользоваться Перечнем (табл. 20).

Таблица 20

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Чувствительность приемного устройства (или коэффициент шума) не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Неисправны лампы каскадов УВЧ и первых двух каскадов УПЧ	Заменить лампы
	Режим ЛБВ не соответствует указанному в паспорте	Установить режим в соответствии с указаниями в паспорте и произвести настройку соответствующей ЛБВ
	Расстроен фильтр соответствующего канала	Настроить фильтр

Окончание табл. 20

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Степень постоянства величины выходного сигнала приемника не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Неисправны лампы каскадов АРУ	Заменить лампы
	Режимы работы ламп не соответствуют требуемым	Проверить режимы работы ламп по таблицам напряжений, выявить неисправные детали и заменить их
Уменьшение напряжения собственных шумов приемника и напряжения сигнала промежуточной частоты на нагрузке видеоусилителя при включении схемы МАРУ не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Неисправны лампы каскадов МАРУ	Заменить лампы
	Режимы работы ламп не соответствуют требуемым	Проверить режимы работы ламп по таблицам напряжений, выявить неисправные детали и заменить их
Уменьшение усиления УПЧ при включении схемы ВАРУ не соответствует величине, указанной в эксплуатационной документации	Величина отрицательного напряжения питания схемы ВАРУ не соответствует требуемой	Проверить напряжение питания. При необходимости отрегулировать его
	Номиналы выходных резисторов схемы ВАРУ не соответствуют принципиальной схеме	Проверить номиналы резисторов; неисправные резисторы заменить
Длительность импульса ВАРУ не соответствует требуемой величине	Номиналы элементов в цепи управляющей сетки (базы) схемы ВАРУ не соответствуют принципиальной схеме	Проверить номиналы элементов; неисправные резисторы заменить

3.8.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:

чувствительность приемного устройства или коэффициент шума;

действие схемы АРУ;

действие схемы МАРУ;

действие схемы ВАРУ.

3.8.4. Методика проверки технических требований

Чувствительность приемного устройства должна соответствовать величине, указанной в ИЭ или формуляре.

Проверять в следующем порядке:

установить минимальное усиление УПЧ и измерить встроенным контрольно-измерительным прибором или ламповым вольт-

метром напряжение на нагрузке видеодетектора, обусловленное наличием начального тока видеодетектора;

подключить генератор сигналов к входу приемного устройства через переходное согласующее устройство, указанное в ИЭ;

установить на выходе генератора сигналов среднюю частоту рабочего диапазона, глубину и частоту модуляции, указанные в ИЭ изделия;

подать на вход приемного устройства сигнал такой амплитуды, чтобы стрелка прибора, подключенного к нагрузке видеодетектора, была примерно на середине шкалы;

подстроить приемное устройство всеми ручками настройки по максимальному напряжению на нагрузке видеодетектора; если стрелка прибора зашкаливает, необходимо изменить уровень сигнала генератора;

выключить генератор сигналов и установить такое усиление УПЧ, при котором напряжение шумов на нагрузке видеодетектора будет превосходить начальное напряжение видеодетектора на величину, указанную в ИЭ;

включить генератор сигналов и аттенюатором установить такое напряжение на выходе генератора, при котором напряжение на нагрузке видеоусилителя будет превосходить уровень собственных шумов приемного устройства в число раз, указанное в ИЭ.

Величина выходного напряжения генератора сигналов, отсчитанная по шкале аттенюатора, будет численно равна чувствительности приемного устройства. Аналогично проверить чувствительность на остальных частотах, указанных в формуляре.

Если по ИЭ требуется проверять чувствительность приемного устройства и коэффициент шума, то проверку проводить в такой последовательности:

подготовить генератор шума к работе, как указано в ИЭ на изделие, и подключить его к входу приемного устройства;

установить усиление приемного устройства согласно указаниям ИЭ на изделие и зафиксировать показание микроамперметра, включенного в цепь детектора УПЧ при выключенном генераторе шума;

включить генератор шума и определить суммарные показания микроамперметра в цепи детектора УПЧ;

определить чувствительность приемного устройства (коэффициент шума) по отношению измеренных токов детектора УПЧ при включенном и выключенном генераторе шума по специальной таблице или графику.

Коэффициент шума должен быть не более величины, указанной в формуляре на изделие.

Действие схемы АРУ определяется степенью постоянства величины выходного сигнала приемного устройства в диапазоне изменения мощности или напряжения входного сигнала, указанного в ИЭ.

Действие схемы АРУ проверять по схеме, приведенной на рис. 82, в следующем порядке:

включить приемное устройство и блоки изделия, используемые для проверки;

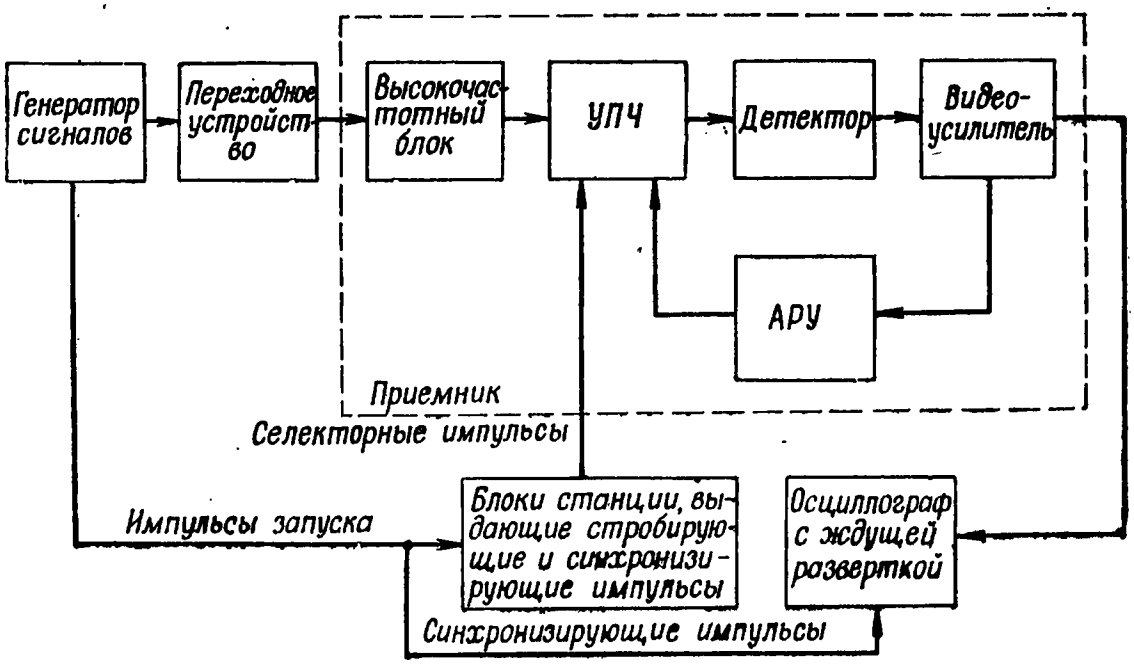


Рис. 82. Блок-схема проверки действия системы АРУ

установить режим работы генератора сигналов, соответствующий работе приемного устройства, и синхронизировать его от блока синхронизации изделия;

изменяя аттенюатором мощность входного сигнала, поступающего на вход приемного устройства, снять амплитудную характеристику, т. е. зависимость

$$U_{вых} = \varphi(P_{вх}),$$

где $U_{вых}$ — напряжение, измеренное осциллографом на выходе приемного устройства, В;

$P_{вх}$ — мощность входного сигнала, определяемая по аттенюатору генератора сигналов, дБ;

результаты измерений записать в следующую таблицу:

Мощность сигнала на входе приемного устройства $P_{вх}$, дБ	Амплитуда напряжения на выходе приемного устройства $U_{вых}$, В

По данным таблицы построить график зависимости напряжения $U_{вых}$ от мощности $P_{вх}$ (рис. 83);

по построенному графику определить амплитуду сигнала на выходе приемного устройства, соответствующую максимальной заданной мощности входного сигнала $U_{вых.\,наиб}$, и амплитуду сигнала, соответствующую минимальной заданной мощности входного сигнала $U_{вых.\,наим}$.

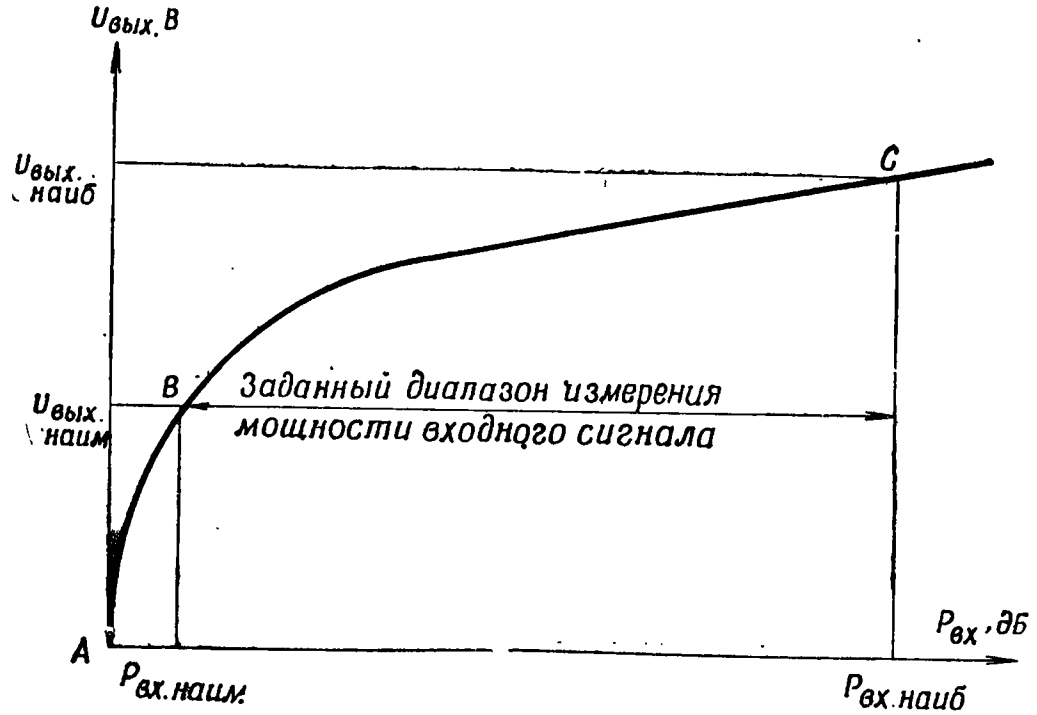


Рис. 83. Примерный вид амплитудной характеристики приемного устройства

Определить степень постоянства величины выходного сигнала при работе схемы АРУ по формуле

$$\beta = \frac{U_{вых.\,наиб} - U_{вых.\,наим}}{U_{вых.\,наим}} 100\%.$$

При включении схемы МАРУ напряжение собственных шумов приемного устройства и напряжение сигнала промежуточной частоты на нагрузке видеоусилителя должны уменьшаться на величину, указанную в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

установить ручной регулировкой усиления напряжение собственных шумов приемного устройства на нагрузке видеодетектора по встроенному контрольно-измерительному прибору, указанное в ИЭ, для определения чувствительности или коэффициента шума $U_{ш_1}$;

включить тумблер МАРУ, измерить напряжение собственных шумов $U_{ш_2}$ на нагрузке видеодетектора и определить изменение

напряжения собственных шумов при включении схемы МАРУ по формуле

$$\Delta U_{ш} = U_{ш_1} - U_{ш_2};$$

выключить тумблер МАРУ;

подать на вход приемного устройства от генератора сигналов напряжение промежуточной частоты, при котором напряжение $U_{с_1}$ на нагрузке видеодетектора будет соответствовать указанному в ИЭ;

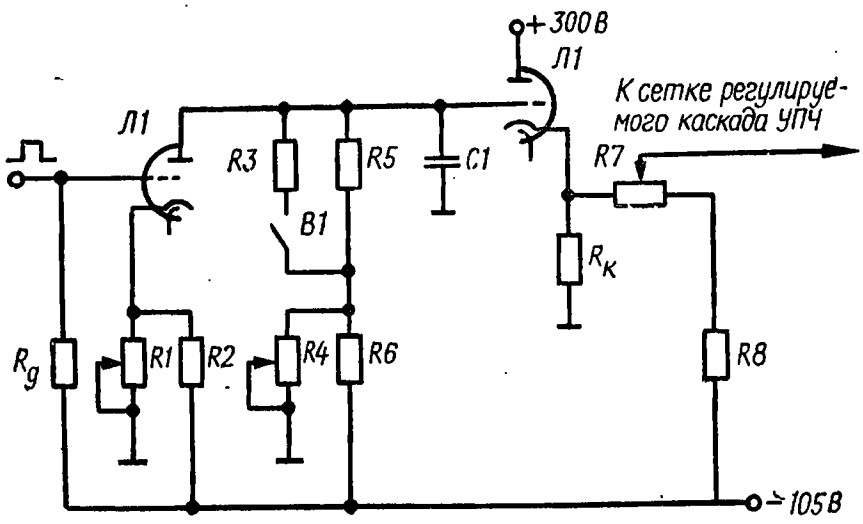


Рис. 84. Схема временной автоматической регулировки усиления УПЧ

включить тумблер МАРУ, измерить напряжение $U_{с_2}$ на нагрузке видеодетектора и определить изменение напряжения сигнала при включении схемы МАРУ по формуле

$$\Delta U_{с} = U_{с_1} - U_{с_2}.$$

При включении схемы ВАРУ усиление УПЧ в начале дистанции должно уменьшаться, а затем полностью восстановиться.

Величина уменьшения усиления и дистанции, начиная с которой усиление восстанавливается полностью, указывается в ТО или ИЭ.

Уменьшение значения УПЧ в начале дистанции обеспечивается схемой ВАРУ (рис. 84).

Проверять в следующем порядке:

вынуть лампу ВАРУ и подключить к нагрузке видеодетектора ламповый вольтметр или встроенный контрольно-измерительный прибор;

установить ручной регулировкой усиления такое усиление УПЧ, при котором только начинает появляться напряжение шумов на детекторе;

подключить генератор сигналов к входу УПЧ и подать на вход УПЧ напряжение промежуточной частоты такой амплиту-

ды U_1, при которой напряжение на нагрузке видеодетектора будет соответствовать номинальному;

включить тумблер ВАРУ, измерить напряжение на нагрузке видеоусилителя U_2 и определить уменьшение усиления УПЧ по формуле

$$K = \frac{U_1}{U_2};$$

установить лампу ВАРУ в ламповую панель и после ее прогрева подать на вход схемы ВАРУ от генератора импульсов импульсы положительной полярности амплитудой 60—80 В, частота следования которых должна соответствовать импульсам запуска изделия;

подключить осциллограф к сопротивлению $R_к$ схемы ВАРУ, измерить длительность импульса τ по калибрационным меткам, как это показано на рис. 85, и по длительности импульса определить дистанцию, начиная с которой усиление УПЧ восстанавливается.

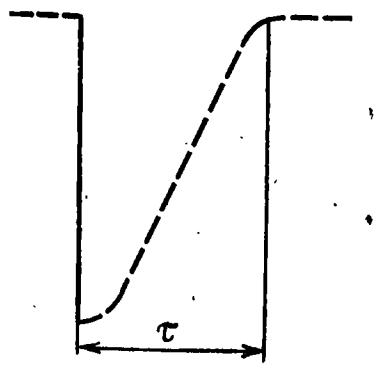


Рис. 85. Импульс ВАРУ

4. АНТЕННО-ВОЛНОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ (УСТРОЙСТВА)

4.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Антенно-волноводные системы (АВС) предназначены для передачи электромагнитной энергии, генерируемой передатчиком, антенне, для излучения ее в пространство, а также для приема отраженных от цели сигналов электромагнитной энергии и передачи этих сигналов на вход приемной системы.

Антенно-волноводные системы, которые находят применение в настоящее время в радиолокации, весьма разнообразны как по выполняемым ими функциям, так и по конструкции.

В общем случае АВС состоит из антенны (отражателя), облучателя, механизма вращения антенны, антенного переключателя, направленного ответвителя, эквивалента антенны, волноводов (жестких фидеров).

В зависимости от функций, выполняемых АВС, диапазона волн и т. д. в конструкцию АВС могут входить: механизм подъема антенны, высокочастотные устройства (ВЧУ), мачтовое устройство (АМУ), циркуляторы, токосъемники (высокочастотные или низкочастотные) и т. д.

В настоящем разделе приводятся сведения о ремонте высокочастотных узлов антенно-волноводных систем РЛС, указания по проверке и настройке АВС в сборе, приводятся чертежи и описания применяющихся в войсках приспособлений для ремонта

высокочастотных узлов АВС, описаны основные приемы работы с такими приспособлениями.

В разделе рассмотрены вопросы ремонта следующих элементов: волноводов, жестких коаксиальных фидеров, вращающихся соединений, антенных переключателей, элементов с ферритовыми пластинами, облучателей, отражателей и эквивалентов антенн.

4.2. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Электрические параметры высокочастотных узлов АВС зависят главным образом от наличия механических повреждений этих узлов. Поэтому ремонт элементов АВС чаще всего сводится к устранению деформаций, пайке, покраске, чистке.

В случае невозможности устранения механических повреждений элементы АВС подлежат замене новыми из ЗИП.

Для обнаружения и устранения неисправностей высокочастотных сборочных единиц следует пользоваться Перечнем (табл. 21).

Таблица 21

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Способ устранения	Инструмент, приспособления и материалы
Прямоугольные волноводные секции		
Вмятины на стенках волновода	Правка с помощью приспособлений	Приспособление (рис. 86 и 87) и молоток
Следы коррозии на поверхностях	Промывка спиртом с помощью пыжа, зачистка наружных поверхностей шабером или шлифовальной шкуркой	Пыж (рис. 89), шабер
Следы подгара на фланцах	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой. Заполнение раковины припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	Шабер, паяльник 200—600 Вт, паяльная лампа или горелка
Нарушение гермоуплотнения	Замена уплотнения. Опробование системы под давлением с нанесением раствора мыла на сочленение	
Нарушение паек фланцев	Пайки припоями ПСр-45, ПСр-70. Опробование системы под давлением с нанесением раствора мыла на место пайки	Шабер, паяльная лампа или горелка

Продолжение табл. 21

Неисправность	Способ устранения	Инструмент, приспособления и материалы
Нарушение лакокрасочного покрытия	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой. Покраска кистью или методом окунания. Волноводы подлежат замене при наличии прорывов стенок, вмятин на ребрах, при скручивании секций, при нарушении внутреннего покрытия (кроме лакокрасочного)	Шабер, кисть
Секции жестких коаксиальных фидеров и круглых волноводов		
Вмятины на поверхностях	Правка ударами молотка после подведения приспособления (оправки) под вмятину	Приспособление (рис. 88), молоток
Следы коррозии на поверхностях	Промывка спиртом с помощью пыжа. Зачистка наружных поверхностей шабером или шлифовальной шкуркой	Круглый пыж, шабер
Следы подгара на фланцах	Заполнение раковин припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	Шабер, паяльник 200—600 Вт, паяльная лампа или горелка
Нарушение герметизирующего уплотнения	Замена уплотнения. Опробование системы под давлением с нанесением мыльного раствора на сочленение	
Нарушение пайки фланцев	Пайка припоями ПСр-45, ПСр-70. Опробование системы под давлением с нанесением мыльного раствора на место пайки	Шабер, паяльная лампа или горелка
Нарушение лакокрасочного покрытия	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой. Покраска кистью или методом окунания. Фидеры и волноводы подлежат замене при наличии прорывов стенок, изломов, при скручивании секций, при нарушении внутреннего покрытия (кроме лакокрасочного)	Шабер, кисть
Гибкие волноводы		
Следы коррозии на поверхностях	Промывка спиртом. Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой	Шабер
Следы подгара на фланцах	Заполнение раковины припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	Шабер, паяльник 200—600 Вт, паяльная лампа или горелка

Продолжение табл. 21

Неисправность	Способ устранения	Инструмент, приспособления и материалы
Нарушение герметизирующего уплотнения	Замена уплотнения. Опробование системы под давлением с нанесением мыльного раствора на сочленение	
Нарушение лакокрасочного покрытия	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой. Покраска кистью. Стекловолноводы подлежат замене при наличии вмятин, прорывов стенок, при нарушении внутреннего покрытия (кроме лакокрасочного)	Шабер, кисть

Волноводно-коаксиальные вращающиеся соединения

Заусенцы и вмятины на краях сочленяющихся частей	Выправление вмятин ударами молотка на оправке, зачистка заусенцев. После этого измерить КСВ при медленном вращении соединения	Шабер, напильник, молоток, приспособление (рис. 88)
Следы подгара	Заполнение раковин припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	Шабер, паяльник 200—600 Вт, паяльная лампа или горелка
Нарушение лакокрасочного покрытия	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой. Покраска кистью. Высокочастотные элементы подлежат замене при наличии прорывов стенок, неустранимых вмятин и перекосов, смятых кромок сочленяющихся поверхностей	Шабер, кисть

Механические волноводные переключатели

Следы подгара на поверхностях	Заполнение раковин припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	Шабер, паяльник 200—600 Вт, паяльная лампа или горелка
Нечеткая фиксация положений переключателя (неисправен фиксирующий элемент)	Ремонт фиксирующего механизма	Слесарный инструмент
Нарушение лакокрасочного покрытия	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой. Покраска кистью	Шабер, кисть

Неисправность	Способ устранения	Инструмент, приспособления и материалы
Циркуляторы, вентили		
Следы подгара на фланцах	Заполнение раковин припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	Шабер, паяльник 200—600 Вт, паяльная лампа или горелка
Нарушение лакокрасочного покрытия	Зачистить шабером или шлифовальной шкуркой, покрасить кистью. Высокочастотные элементы подлежат замене при наличии вмятин и пробоин на поверхностях, при отклеивании и механических повреждениях ферритовых пластин, нарушении крепления электромагнита или постоянного магнита, при снижении сопротивления изоляции обмотки электромагнита (при пробое)	Шабер, кисть
Аттенюаторы		
Следы подгара на фланцах	Заполнение раковин припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	Шабер, паяльник 200—600 Вт, горелка или паяльная лампа
Нарушение лакокрасочного покрытия	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой. Покраска кистью. Аттенюаторы подлежат замене при наличии вмятин и пробоин на поверхностях, при механических повреждениях ферритовых пластин	Шабер, кисть
Направленные ответвители		
Вмятины на поверхностях	Правки с помощью приспособлений	Приспособление (рис. 86, 87 или 88), молоток
Следы подгара на фланцах	Заполнение раковин припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	Шабер, паяльник 200—600 Вт, горелка или паяльная лампа
Нарушение лакокрасочного покрытия	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой. Покраска кистью. Ответвители подлежат замене при наличии прорывов стенок и вмятин на ребрах	Шабер, кисть

Продолжение табл. 21

Неисправность	Способ устранения	Инструмент, приспособления и материалы
Эквиваленты антенн		
Смятые ребра охлаждения	Правка смятых ребер Эквиваленты антенн подлежат замене при наличии трещин и сколов в поглощающих клиньях, при нарушении крепления клиньев	Слесарный инструмент
Облучатели антенн		
Вмятины на поверхностях	Правка вмятин	Слесарный инструмент
Нарушение герметизирующего уплотнения	Замена уплотнения или защитной пластины; опробование системы под давлением	
Трещины и сколы на защитных колпаках	Трещины заклеить. В места сколов пенопластовых колпаков вклеить пенопласт полистироловым клеем на дихлорэтане. Облучатели антенн подлежат замене при наличии вмятин и пробоин на ребрах	Пенопласт, полистироловый клей
Отражатели антенн		
Прорывы или пробоины на отражающей поверхности	Выровнять края прорыва, приклепать на место прорыва заплату из дюралюминия. Оборванные проволоки сеточных отражателей заменить, укрепляя концы на трубчатой форме пайкой или сваркой. В отражателях антенных устройств, в которых используется стеклоткань, механические повреждения устранять следующим образом: срезать на поврежденном участке стеклоткань; зачистить поверхность вокруг поврежденного участка наждачной бумагой, продуть сжатым воздухом и протереть чистой тканью;	Слесарный инструмент

Продолжение табл. 21

Неисправность	Способ устранения	Инструмент, приспособления и материалы
	вырезать из стеклоткани марки Т накладку по размеру зачищенного участка и пропитать ее эпоксидным клеем; нанести на зачищенную поверхность тонким слоем эпоксидный клей и наложить накладку; сушить в течение 8—10 ч при температуре 18°С; по окончании сушки зачистить наплывы клея и обрезать кромки накладки; места заделки покрыть эмалью защитного цвета; сушить в течение 10 ч при температуре 18°С	
Вмятины, вспучивания	Выправить поверхность ударами деревянного или слесарного молотка на деревянной подкладке	Молоток
Погнутость образующих трубчатых ферм	Выправить ударами молотка или с помощью домкрата. Участки, не поддающиеся правке, вырезать и заменить трубами такого же диаметра. Отражатель антенны заменить при наличии деформаций, не поддающихся правке	Молоток

Примечания: 1. При пользовании горелкой или паяльной лампой следить за тем, чтобы не было сильного перегрева, приводящего к выгоранию покрытия на внутренней поверхности волновода или нарушению паек фланцев и других элементов.

2. В случае нарушения внутреннего лакокрасочного покрытия высокочастотных узлов АВС восстановление производить одним из следующих способов:

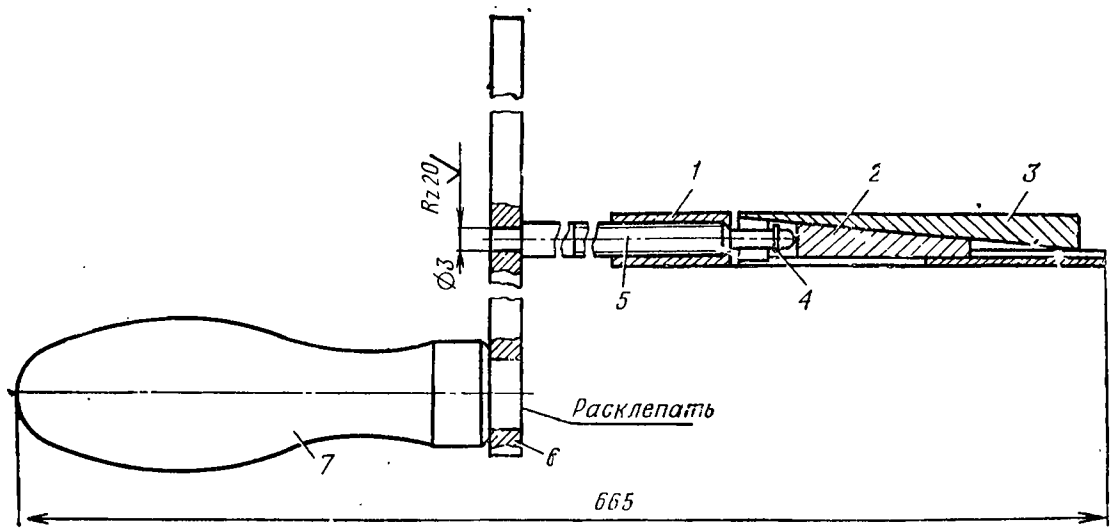
зачистить место нарушения лакокрасочного покрытия шабером или шлифовальной шкуркой, обезжирить спиртом, высушить и нанести слой нитрокраски с помощью кисти;

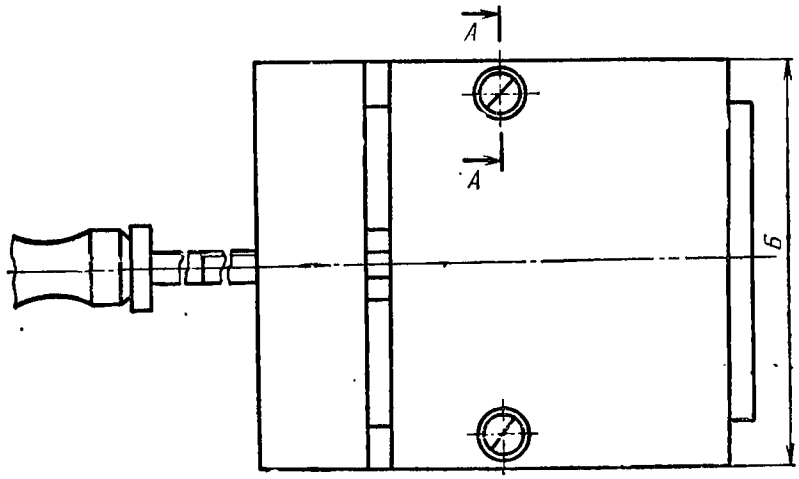
залить внутреннюю полость волновода растворителем или смывкой, выдержать несколько минут, слить жидкость и очистить внутреннюю полость от краски с помощью пыжа; после удаления следов краски очистить полость спиртом, высушить и нанести слой нитрокраски методом окунания (залить нитрокраску внутрь волновода и, переворачивая волновод, окрасить поверхность) или с помощью пневматического распылителя.

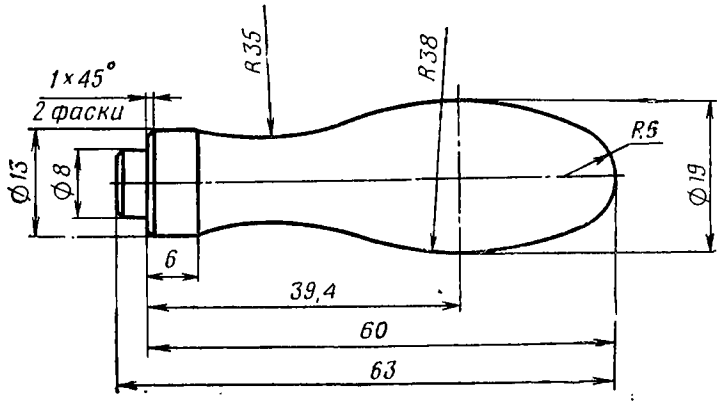
4.3. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕМОНТЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ АВС

4.3.1. Клиновое приспособление для правки волноводов

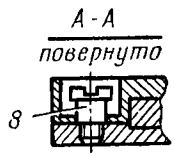
Клиновое приспособление изображено на рис. 86 и служит для правки вмятин на плоскостях прямолинейных участков прямоугольных волноводов. Приспособление позволяет править ши-

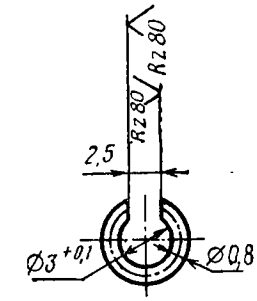






Деталь 7

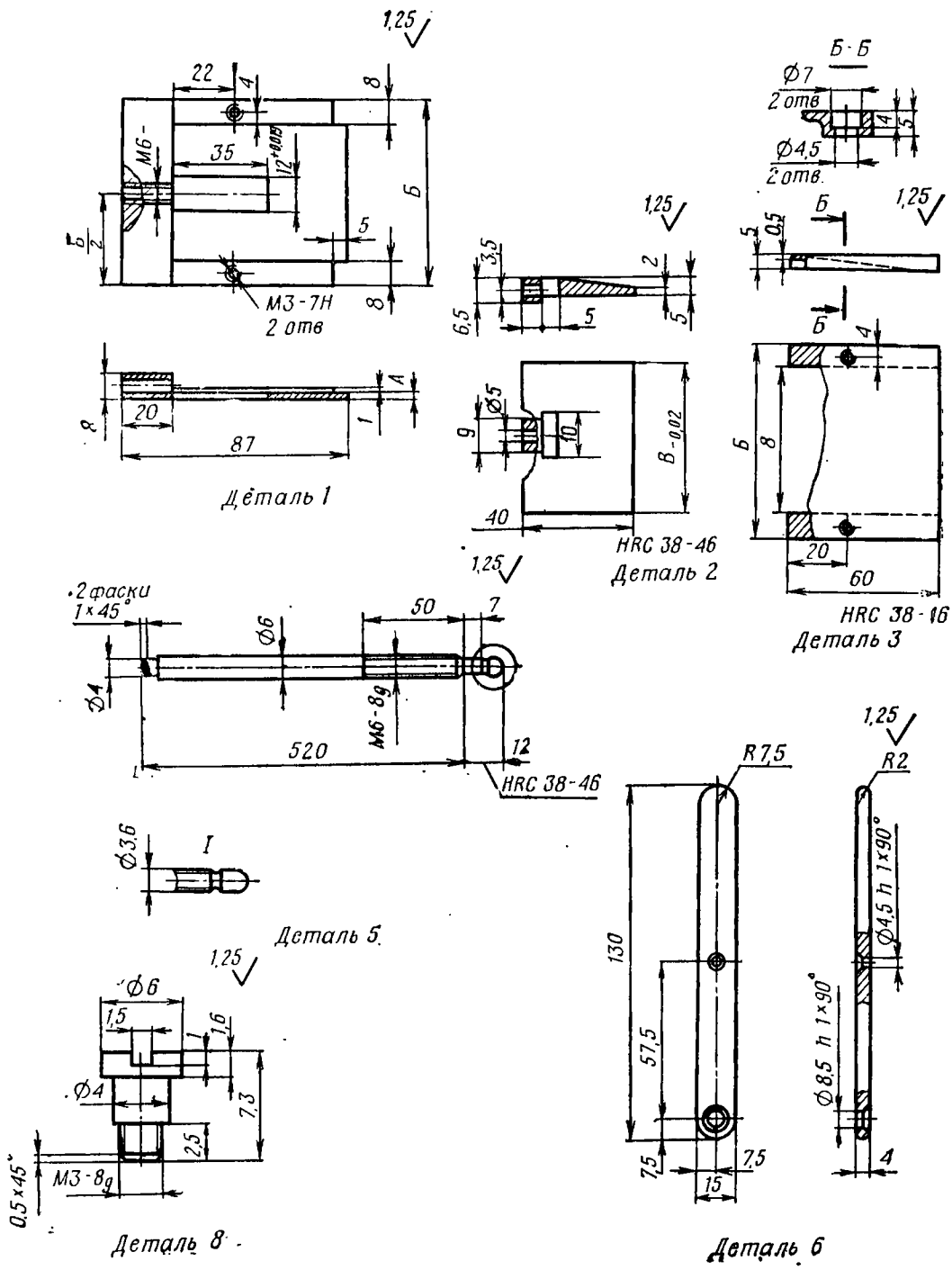




Деталь 4

Все размеры без допусков — по 7 кл.
Материал деталей *1*, *2*, *3* — сталь У7А или сталь

Рис. 86. Клиновое приспособление
1 — основанне; *2* — клин; *3* — пластина; *4* — запорное кольцо;



Ребра притупить.

45, остальных — сталь любой марки.

для правки волноводов

5 — винт; 6 — рычаг; 7 — ручка; 8 — стопорный винт

рокие стенки с размерами сечения волновода не менее 35×10 мм и узкие стенки, ширина которых не менее 35 мм. Допустимая глубина вмятин, подлежащих правке, не более 2 мм.

Для правки вмятин приспособление вводится в волновод до совпадения места вмятины с серединой клина *2*. Затем, вращая ручку *7* и тем самым передвигая клин *2* относительно пластины *3*, необходимо добиться полного выправления вмятины.

Размеры основания *1*, клина *2* и пластины *3* зависят от размеров сечения волновода, подлежащего правке.

При изготовлении приспособления для правки широких стенок волновода размер *А* основания 1 выбирать на 8 мм меньше внутреннего размера узкой стенки волновода, размер *Б* основания *1* и пластины *3* — на 3—5 мм меньше внутреннего размера широкой стенки волновода, размер В клина *2* и пластины *3* определять из равенства

$$В = (Б - 16) \text{ мм}.$$

Для правки узких стенок волновода размер А основания *1* должен быть на 8 мм меньше внутреннего размера широкой стенки, размер Б — на 2—4 мм меньше внутреннего размера узкой стенки волновода. Для клина *2* и пластины *3* размер *В* определять из равенства

$$В = (Б - 16) \text{ мм}.$$

4.3.2. Приспособление для правки волноводов вытягиванием вмятин

Приспособление для правки волноводов вытягиванием вмятин (рис. 87) предназначено для правки вмятин на плоскостях прямоугольных волноводов с любыми размерами сечения как на прямолинейных участках, так и на закруглениях. Это приспособление позволяет править вмятины глубиной до 5 мм и диаметром до 60 мм.

Выправление вмятин приспособлением следует производить в следующем порядке:

снять шабером краску с внешней поверхности участка волновода на месте вмятины;

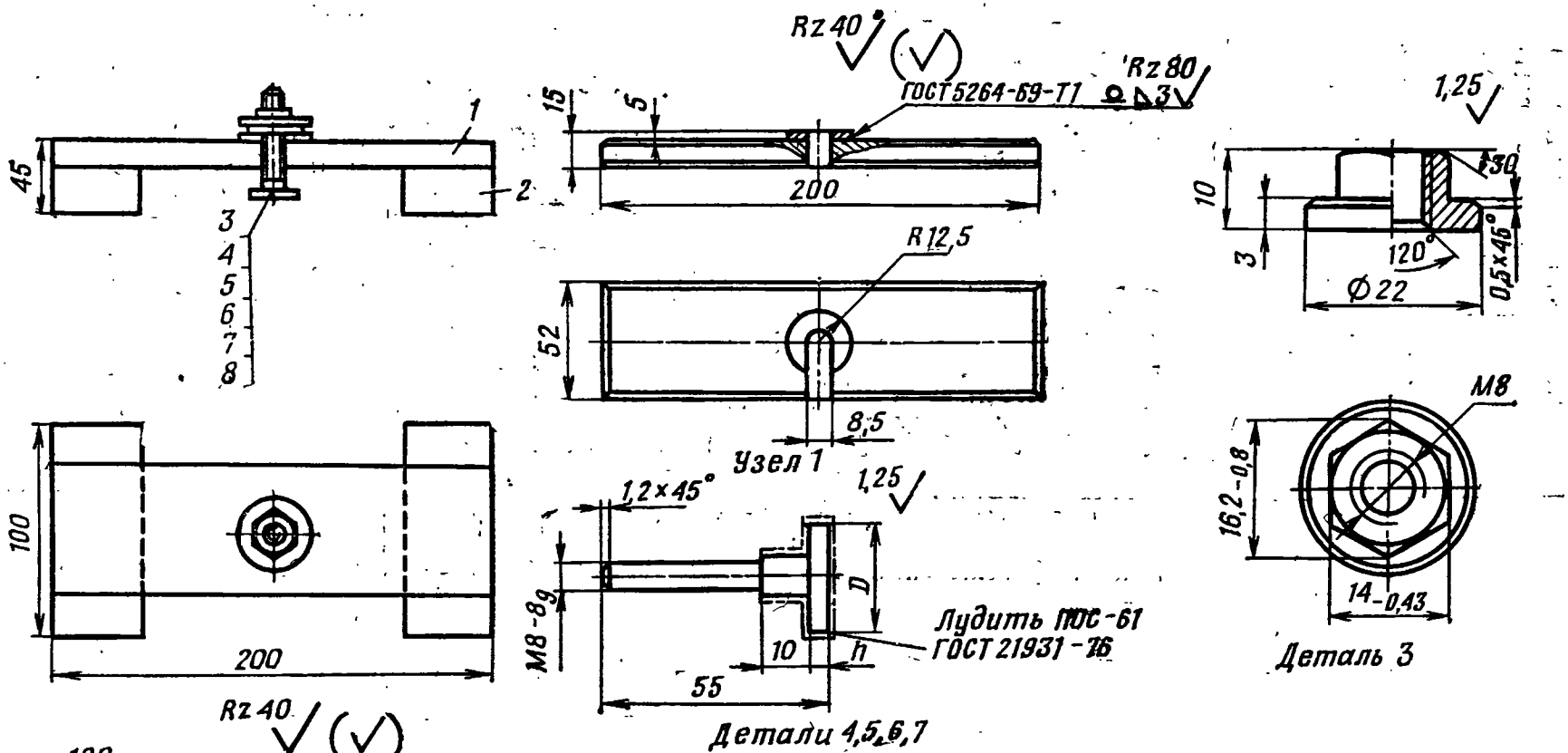
прогреть выправляемый участок волновода газовой горелкой, паяльной лампой или паяльником мощностью 400—600 Вт;

залудить зачищенную поверхность припоем ПОС-61;

припаять головку винта к стенке волновода в месте прогиба (вмятины);

установить на волновод две опорные планки *2* и основание *1* с прорезью так, чтобы нарезная часть винта вошла в прорезь;

навинтить на винт гайку *3*;



Позиция	D	h
4	25	4
5	18	3,5
6	15	2,5
7	10	2,5

Размеры без допусков — по 7 кл.

Деталь *8* — шайба 8-014 ГОСТ 11371—78.

Материал деталей *4*, *5*, *6*, *7* — латунь, остальных — сталь любой марки.

Рис. 87. Приспособление для правки волноводов вытягиванием вмятин:

1 — основание; *2* — опорная планка; *3* — гайка; *4*, *5*, *6*, *7* — винты; *8* — шайба

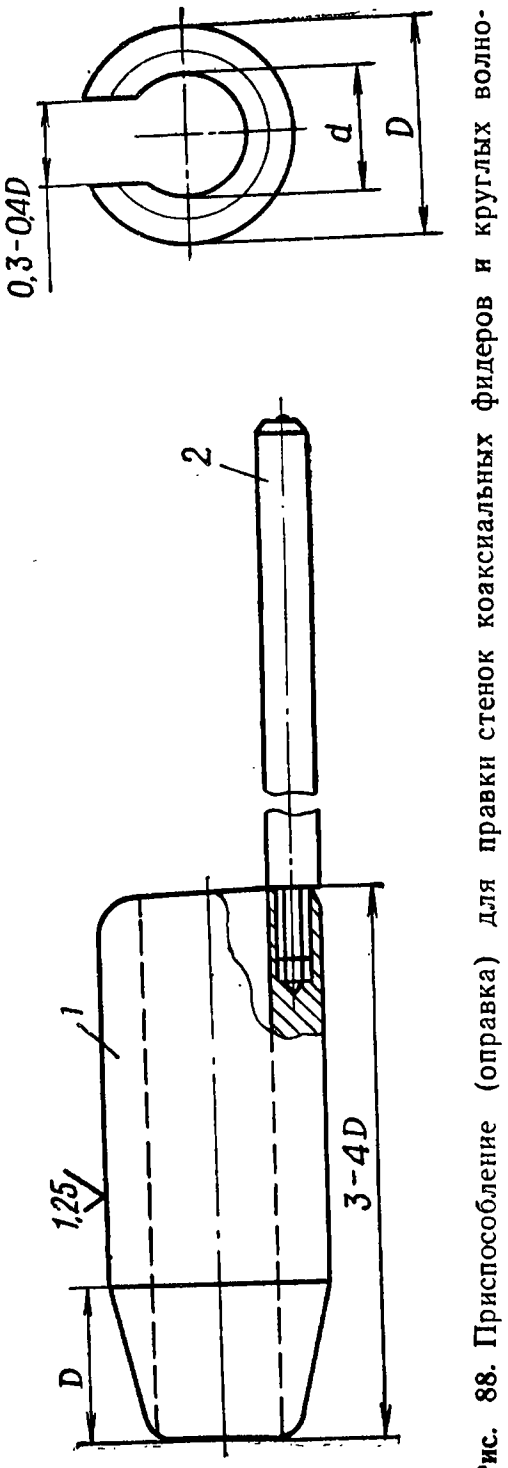


Рис. 88. Приспособление (оправка) для правки стенок коаксиальных фидеров и круглых волноводов:
1 — оправка (сталь У10А); *2* — ручка (сталь любой марки)

медленно вращая гайку гаечным ключом, вытянуть металл стенки волновода.

4.3.3. Приспособление (оправка) для правки стенок коаксиальных фидеров и круглых волноводов

Приспособление (оправка), изображенное на рис. 88, служит для правки стенок жестких коаксиальных фидеров и круглых волноводов.

Наружный диаметр D и внутренний диаметр d оправки выбирать в зависимости от величины внутреннего диаметра наружного проводника и наружного диаметра центрального проводника фидера, подлежащего правке. Чтобы поместить оправку в любом месте фидера, имеющего четвертьволновые изоляторы, в ней сделана продольная прорезь.

Для правки вмятин оправку ввести в полость коаксиального фидера или круглого волновода, подлежащего правке, ударами молотка по торцу рукоятки подвести оправку под вмятину. Окончательное выправление произвести ударами латунного молотка или киянки по области вмятины.

4.3.4. Пыж для чистки волноводов

Пыж (рис. 89) предназначен для чистки внутренних поверхностей прямоугольных волноводов. Размеры фетровых прокладок зависят от внутренних размеров сечения волновода.

Толщину набора прокладок выбирать в пределах 10—50 мм. Чем больше размер прокладок, тем толще должен быть их набор.

Для чистки круглых волноводов применяется аналогичный по конструкции пыж, изготовленный из круглых фетровых про-

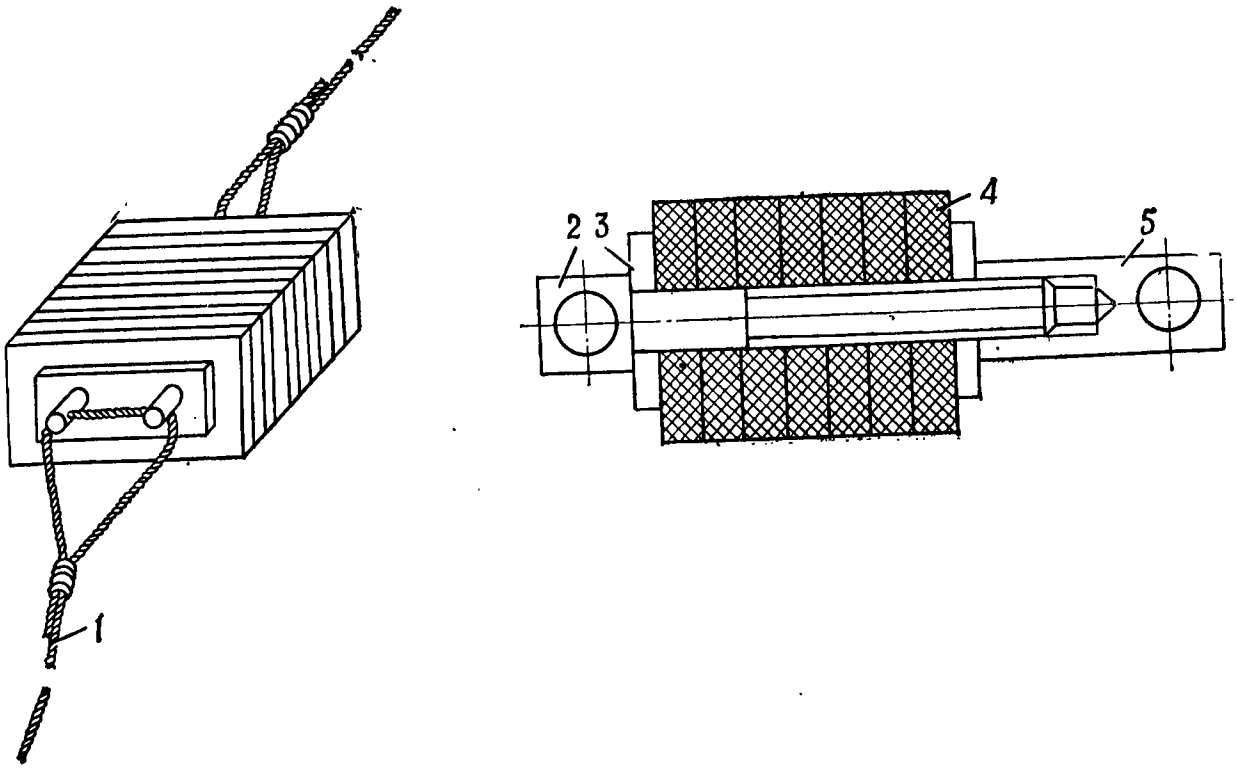


Рис. 89. Пыж (размеры пыжа зависят от размеров волноводов):
1 — шнур; *2* — винт; *3* — металлическая прокладка (материал любой); *4* — фетровая прокладка; *5* — гайка

кладок. Чистка осуществляется протаскиванием пыжа, обильно смоченного спиртом, через волновод.

4.4. ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АВС В СБОРЕ

После ремонта антенно-волноводная система должна соответствовать требованиям, изложенным в инструкции по эксплуатации и руководстве по ремонту изделия.

Чаще всего подвержен изменениям такой параметр АВС, как коэффициент стоячей волны волноводной системы. Изменение КСВ может быть вызвано механическими деформациями элементов высокочастотного тракта, загрязнением, коррозией или нарушением сочленений этих элементов. Поэтому этот параметр при ремонте АВС должен проверяться, как правило, всякий раз.

Высокочастотные измерения АВС рекомендуется проводить в экранированных помещениях (комнатах), требования к которым изложены в приложении 3 настоящей части Общего руководства.

Уровень помех не должен превышать 10% верхнего предела самой чувствительной шкалы применяемых измерительных

приборов. Если это условие не выполняется, необходимо выявить источники помех и принять меры для их устранения.

В случае создания помех соседними радиотехническими устройствами измерения производить во время перерыва в их работе.

4.5. МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Измерение КСВ производится с помощью измерителей полных сопротивлений (в ремонтных органах объединения) и измерительных шлейфов (в случае наличия шлейфов в индивидуальном комплекте ЗИП станции).

4.5.1. Измерение КСВ с помощью измерителей полных сопротивлений

В качестве генератора (рис. 90) выбирается прибор, имеющий выходную мощность не менее 1 Вт, так как при меньших мощностях заметно сказываются наводки и помехи. В качестве

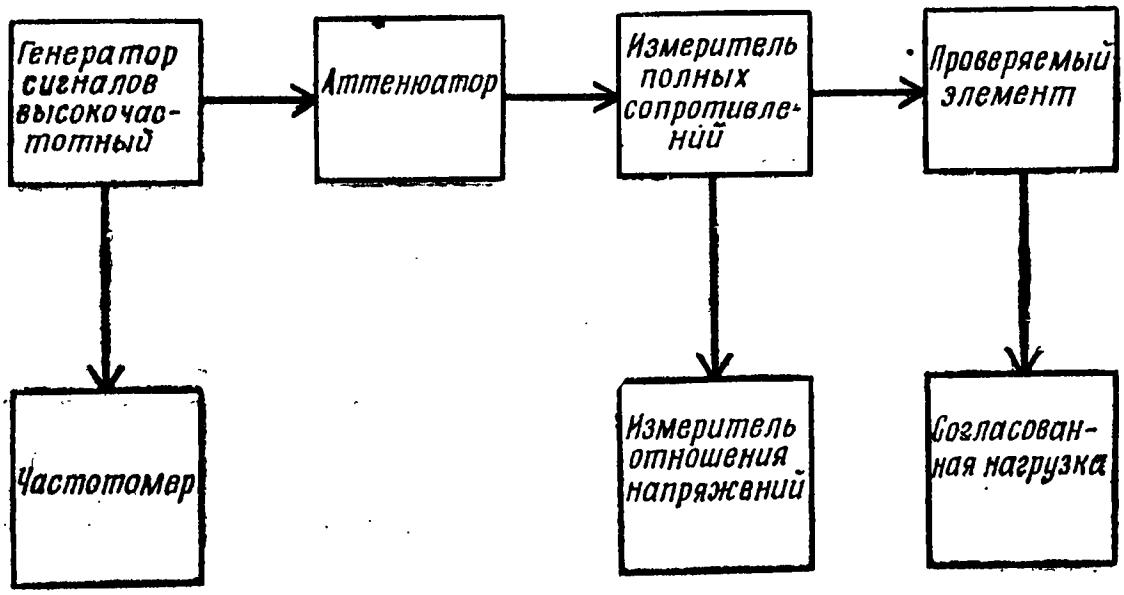


Рис. 90. Блок-схема измерения коэффициента стоячей волны

генератора возможно использование гетеродина станции. Измеритель полных сопротивлений в каждом конкретном случае выбирается в зависимости от типа волноводной системы, ее волнового сопротивления и рабочей длины волны.

Блок-схема измерения КСВ приведена на рис. 90. Методика измерения приводится в эксплуатационной документации на соответствующий измеритель полных сопротивлений.

4.5.2. Измерение КСВ с помощью измерительных шлейфов

Измерение КСВ с помощью измерительных шлейфов возможно в антенно-фидерных системах РТС метрового и дециметрового диапазонов волн на высоком уровне мощности.

Сущность этого метода заключается в том, что с помощью четвертьволнового измерительного шлейфа с термоамперметром измеряют токи в пучностях и узлах вдоль фидерной линии.

КСВ вычисляется по формуле

$$КСВ = \frac{I_{макс}}{I_{мин}},$$

где $I_{макс}$ и $I_{мин}$ — показания термоамперметра в узлах и пучностях тока.

5. ИНДИКАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

5.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В настоящем разделе приведены общие указания и сведения по ремонту индикаторов различных конструкций, используемых в РЛС для наблюдения за воздушной обстановкой, обнаружения целей и определения их координат.

В индикаторах дальности с линейной разверткой электронно-лучевая трубка используется как измерительный прибор и определение дальности производится методом непосредственного отсчета по шкале, помещенной перед экраном трубки, или по отметкам электрического масштаба.

Более точные результаты получаются при отсчетах дальности методом перемещения линии развертки вдоль горизонтального диаметра экрана и совмещения отраженных сигналов с неподвижным механическим визиром или методом перемещения визира вдоль линии развертки и совмещения его с отраженным сигналом.

В индикаторах дальности с кольцевой разверткой электронно-лучевая трубка используется как индикаторный прибор. Отраженный от цели сигнал, выбранный на трубке грубой дальности, с помощью визира выделяется на трубке точной дальности в более крупном масштабе.

5.2. ИНДИКАТОР ДАЛЬНОСТИ С ЛИНЕЙНОЙ РАЗВЕРТКОЙ

5.2.1. Общие сведения

Структурная схема индикатора дальности с линейной разверткой приведена на рис. 91.

Индикатор состоит из следующих каналов:

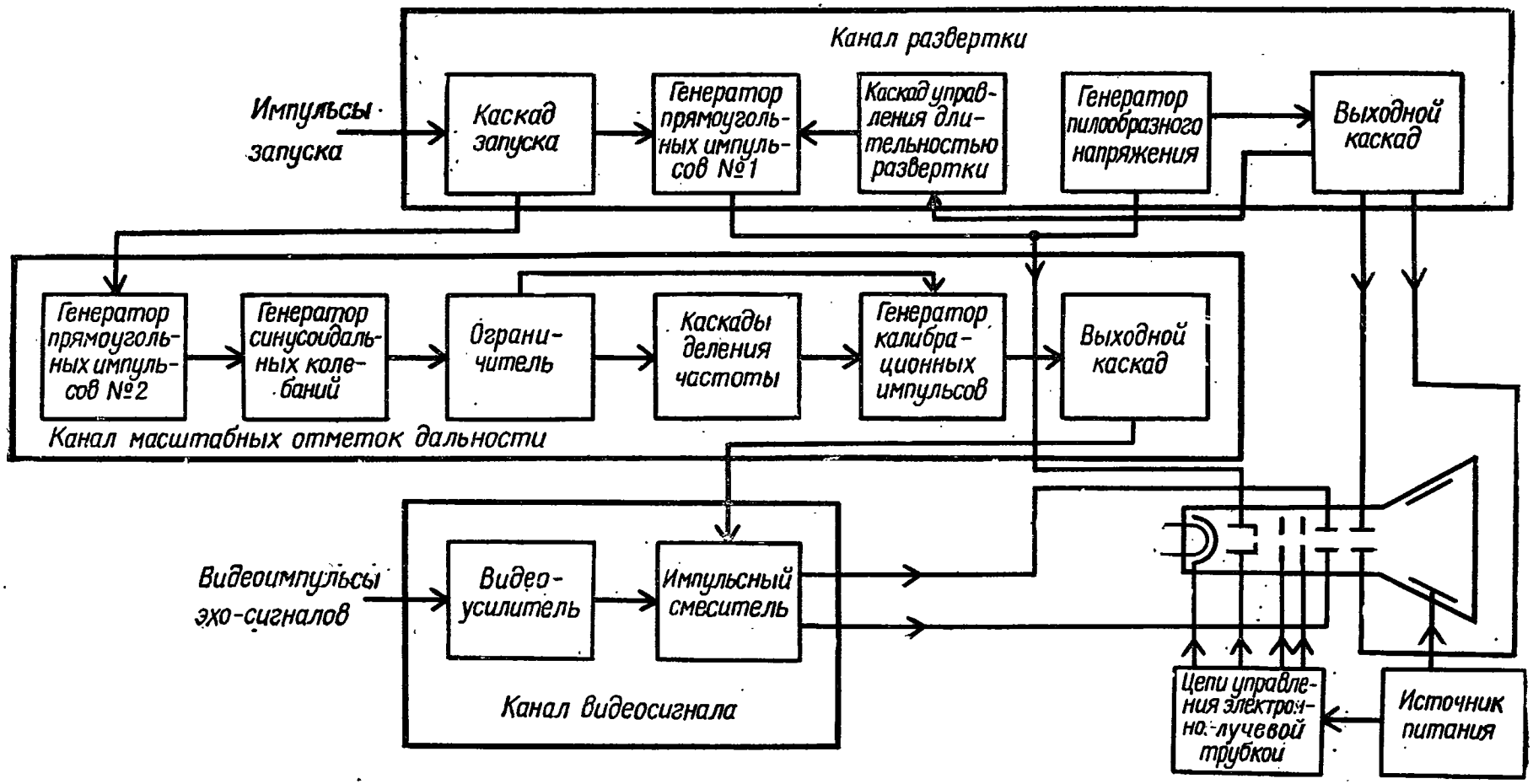


Рис. 91. Структурная схема индикатора дальности с линейной разверткой

канал развертки;
канал масштабных отметок дальности;
канал видеосигнала.

Импульсы запуска ограничиваются в каскаде запуска и поступают далее для запуска генераторов прямоугольных импульсов № 1 и 2. Генератор прямоугольных импульсов № 1 вырабатывает импульсы подсвета, которые поступают на управляющий электрод электронно-лучевой трубки, и импульсы для запуска генератора пилообразного напряжения. Напряжение пилообразной формы (амплитуда которого зависит от длительности импульсов генератора прямоугольных импульсов № 1) усиливается в выходном каскаде, после которого симметричные разнополярные импульсы поступают на горизонтально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки и создают линейную развертку.

Каскад управления длительностью развертки автоматически отключает генератор прямоугольных импульсов № 1 в момент достижения амплитудой пилообразного напряжения величины, необходимой для отклонения электронного луча на величину рабочей части экрана.

Генератор прямоугольных импульсов № 2 вырабатывает импульсы для возбуждения генератора синусоидальных колебаний, напряжение которого ограничивается в ограничителе по амплитуде и поступает на генератор калибрационных импульсов. Одновременно на него подаются импульсы с выхода каскадов деления частоты. Калибрационные импульсы усиливаются в выходном каскаде и поступают на импульсный смеситель.

Видеоимпульсы эхо-сигналов усиливаются в видеоусилителе. В импульсном смесителе происходит смешивание усиленных эхосигналов и калибрационных импульсов. Эти сигналы поступают на вертикально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки.

Цепи управления электронно-лучевой трубки позволяют изменять яркость и фокусировку изображения на экране индикатора.

5.2.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей индикаторов дальности с линейной разверткой следует пользоваться Перечнем (табл. 22).

Таблица 22

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет светящейся линии на экране трубки, но есть све-	Неисправна одна из ламп канала развертки	Заменить лампу

Окончание табл. 22

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
товое пятно в начальной части экрана	Неисправны цепи анодного питания и напряжения смещения трубки	Проверить цепи анодного питания и напряжения смещения трубки
На экране трубки нет развертки	Неисправна лампа каскада запуска или генератора прямоугольных импульсов	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
	Неисправны цепи управления электронно-лучевой трубкой	Проверить цепи управления электронно-лучевой трубкой
Линия развертки на экране трубки имеется, но не нв весь экран	Неисправна лампа каскада управления длительностью развертки	Заменить вышедшую из строя лампу
Слабая якрость свечения экрана	Неисправна электронно-лучевая трубка	Заменить электронно-лучевую трубку
	Неисправен переменный резистор R7 (рис. 94) или неисправны резисторы R6, R8 в цепи регулировки яркости	Заменить неисправные резисторы
Плохая фокусировка луча на экране трубки	Неисправна электронно-лучевая трубка	Заменить электронно-лучевую трубку
	Неисправеи переменный резистор R10 (рнс. 94)	Заменить резистор
Нет масштабных отметок на экране трубки	Неисправна одна из ламп канала масштабных отметок дальности или импульсного смесителя	Заменить неисправную лампу
При регулировке ручкой ЯРКОСТЬ яркость развертки меняется скачками или не меняется совсем	Неисправен переменный резистор R7 (рис. 94)	Заменить резистор
Линия развертки не смещается по горизонтали	Неисправен переменный резистор R19 (рис. 94)	Заменить резистор
Линия развертки не смещается по вертикали	Неисправен переменный резистор R3 (рис. 94)	Заменить резистор
Нет шумов и сигналов на экране	Неисправна одна из ламп видеоусилителя или импульсиого смесителя (рис. 91)	Заменить лампу

5.2.3. Проверяемые технические требования

После устранения неисправностей, связанных с заменой различных элементов схем, индикатор подлежит проверке по следующим техническим требованиям:

длина развертки на различных масштабах;

регулировка яркости и фокусировки развертки;

регулировка вертикального и горизонтального смещений развертки;

коэффициент деления каскадов деления частоты;

превышение амплитуды масштабных отметок большей дальности над амплитудой масштабных отметок меньшей дальности;

нелинейность развертки;

прохождение видеосигналов по каналу видеоусилителя (на экране индикатора должны быть импульсные сигналы при подаче на вход канала видеоусилителя импульсов, имитирующих отраженные сигналы).

5.2.4. Методика проверки технических требований

Возможная схема проверки индикатора дальности на рабочем месте (вне станции) изображена на рис. 92. Генератор импульсов № 1 применяется для запуска канала развертки; генератор импульсов № 2 — для проверки видеоканала. Генератор импульсов № 2 должен быть синхронизирован импульсами генератора импульсов № 1.

Длина развертки должна соответствовать рабочей части экрана. При переключении масштабов развертка должна сохранять первоначальную длину, а в случае изменения длины должна устанавливаться соответствующей регулировкой в пределах рабочей части экрана.

Проверять визуально по экрану индикатора дальности при установке переключателя масштабов дальности в каждое из положений. В том случае, если в одном из положений этого переключателя длина развертки изменится, необходимо установить органы регулировок, изменяющих величину амплитуды пилообразного напряжения, в положение, необходимое для получения требуемой длины развертки.

Если органами регулировки не удается установить развертку в пределах рабочей части, проверить эти регулировки.

В схеме, приведенной на рис. 94 (при отсутствии развертки), проверить лампу Л1, правую половину лампы Л2, лампу Л3 и конденсаторы С7 и С8.

Органом регулировки, изменяющим длину линии развертки, является переменный резистор R9.

Если на экране индикатора нет развертки, но есть светящееся пятно, проверить режим работы каскадов канала развертки (рис. 91).

При отсутствии развертки на экране индикатора проверить величины напряжений, питающих электронно-лучевую трубку, по таблице (карте) напряжений или проверить цепи питания и управления по таблице (карте) сопротивлений; проверить, поступает ли напряжение развертки на отклоняющие пластины трубки. При наличии указанных выше напряжений и отсутствии развертки необходимо заменить электронно-лучевую трубку.

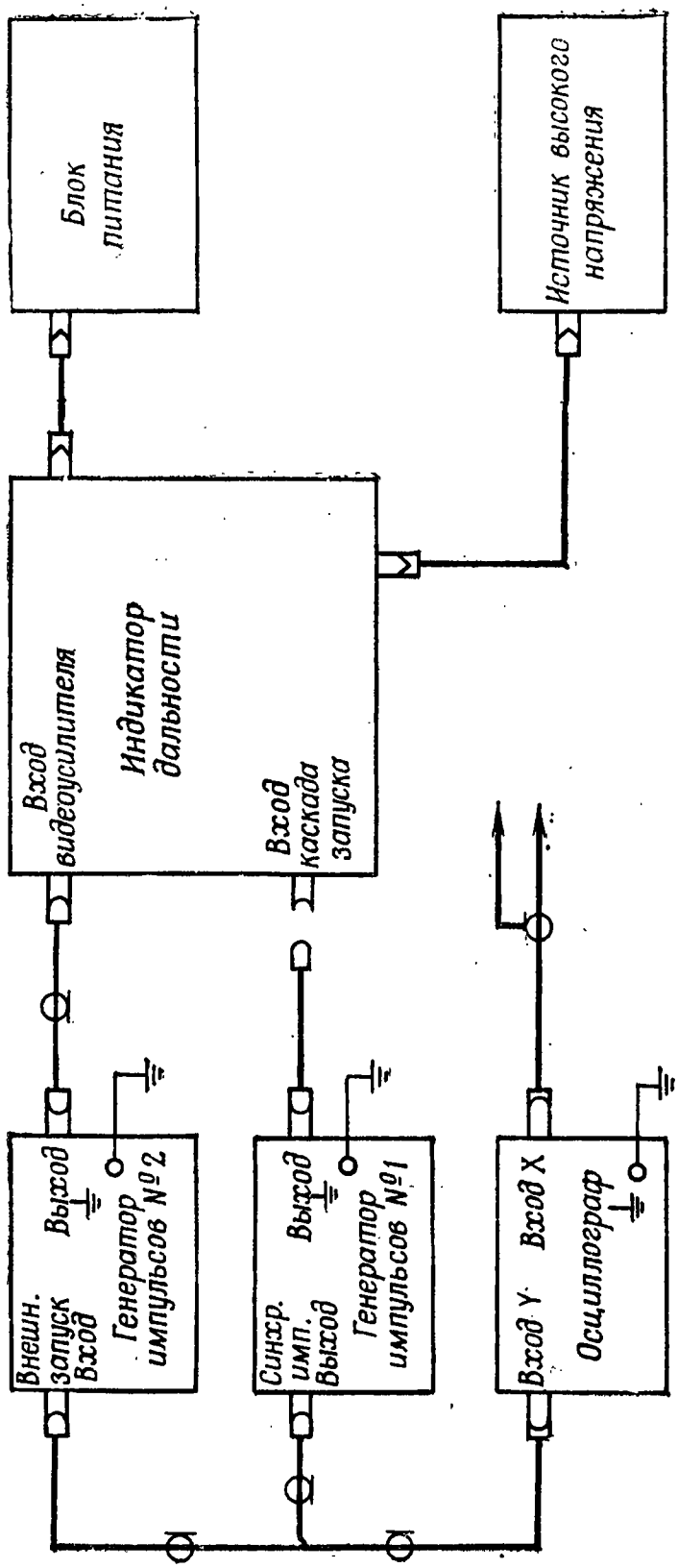


Рис. 92. Схема проверки индикатора дальности с линейной разверткой

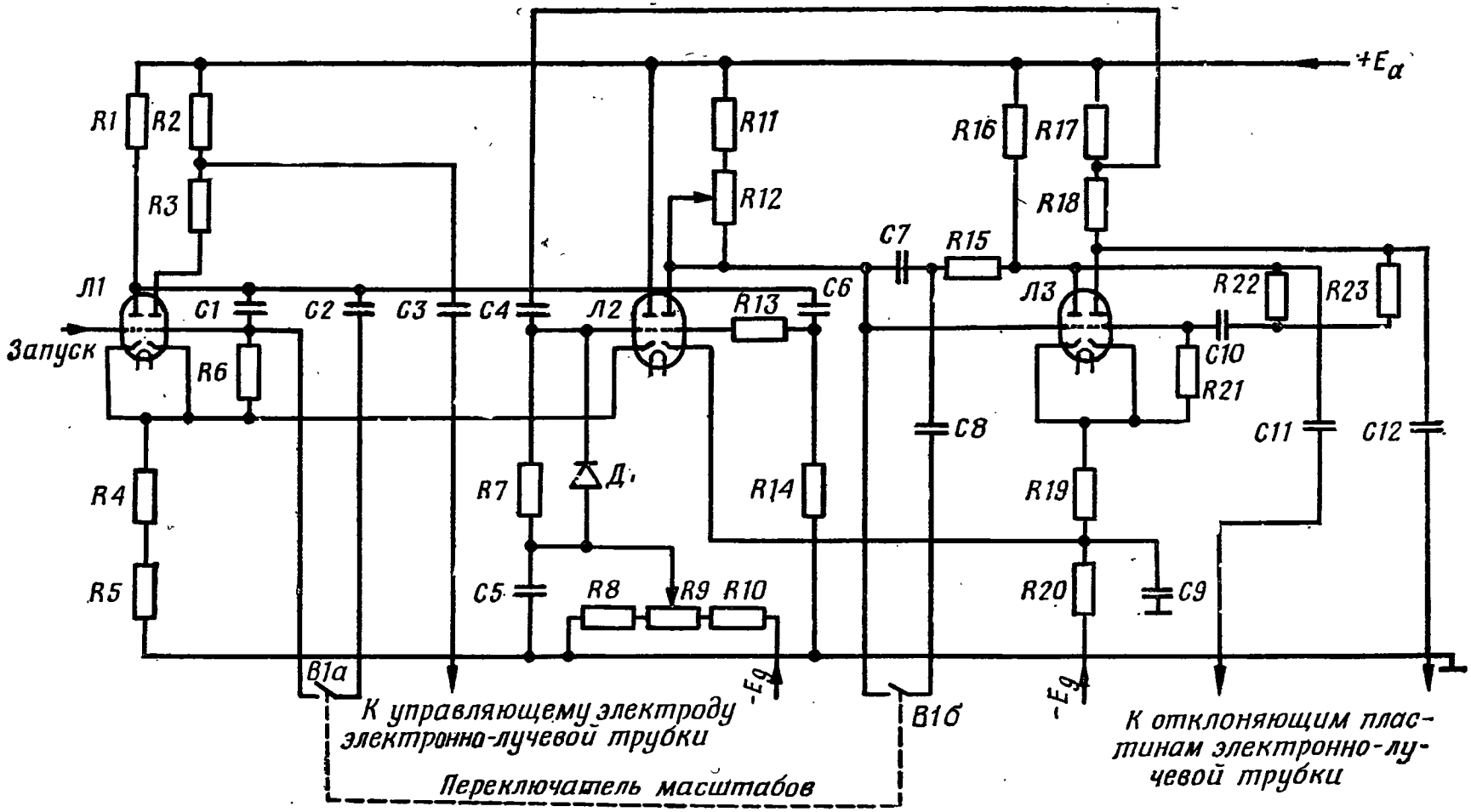


Рис. 93. Принципиальная электрическая схема генератора пилообразного напряжения с оконечным усилителем

Регулировки яркости и фокусировки развертки должны обеспечивать нормальную эксплуатационную яркость и фокусировку изображения на экране индикатора.

Нормальная яркость линии развертки должна устанавливаться примерно в среднем положении оси регулировки.

Схема фокусировки должна обеспечивать фокусировку линии развертки при различной яркости ее свечения. Фокусировку линии развертки проверять визуально по экрану индикатора. Критерием оценки работы схемы фокусировки является толщина линии сфокусированной развертки, значение которой обычно указано в ИЭ.

Если яркость и фокусировка развертки не соответствуют требуемым, проверить элементы цепей управления электронно-лучевой трубкой. Например, на схеме (рис. 94) такими элементами являются резисторы R6—R13.

Регулировки вертикального и горизонтального смещений развертки или одного из этих смещений должны обеспечивать смещение развертки относительно рабочего положения в пределах, указанных в ИЭ.

Величину смещения проверять линейкой или полоской миллиметровой бумаги.

Если требуемое смещение развертки не обеспечивается, проверить элементы цепей управления. Например, на схеме (рис. 94) такими элементами являются резисторы R1—R5 в цепи управления смещением развертки по вертикали и резисторы R15, R17—R20 в цепи управления смещением развертки по горизонтали.

Коэффициент деления частоты каскадов деления частоты должен соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Проверять по методике, изложенной в ИЭ, или осциллографом со ждущей разверткой на выходе каскадов деления частоты (рис. 91). Длительность развертки осциллографа установить равной или немногим более периода повторения ограниченных синусоидальных колебаний на выходе каскадов и не изменять до окончания проверки. Установить на экране осциллографа устойчивый одиночный импульс с помощью регулировки длительности развертки осциллографа. Затем осциллограф подключить к входу каскадов деления частоты. На экране осциллографа должны наблюдаться устойчивые импульсы, количество которых соответствует коэффициенту деления частоты.

Если коэффициент деления частоты не соответствует требуемому, следует аналогично проверить коэффициент деления частоты каждого из каскадов деления частоты.

В том случае, когда коэффициент деления частоты не соответствует требуемому, настроить каскады деления частоты, проверить режим работы каскадов, проверить элементы времязадающих цепочек. Например, каскады деления частоты, выполненные по схеме мультивибратора (рис. 95), настроить, изменяя вели-

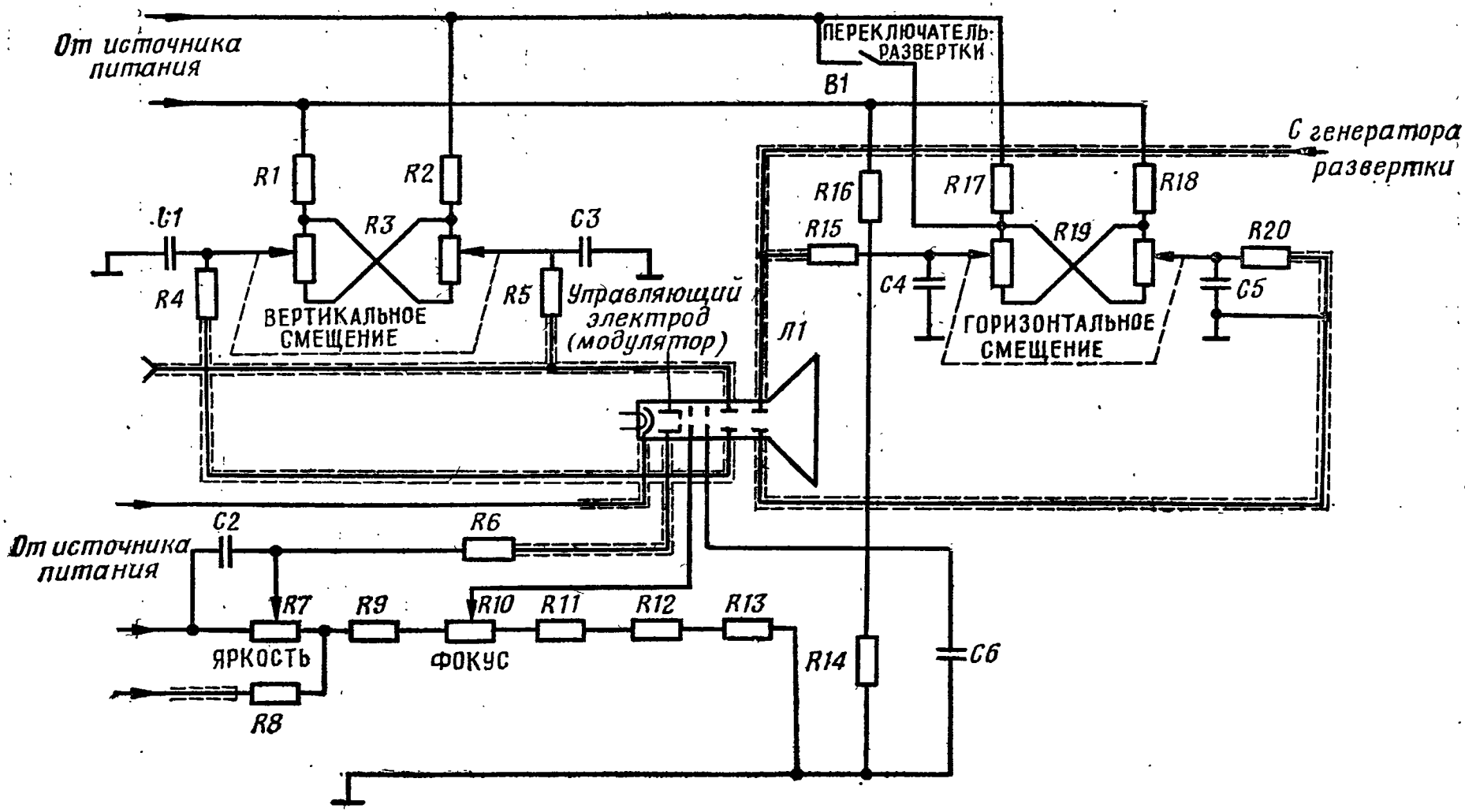


Рис. 94. Принципиальная электрическая схема управления электронно-лучевой трубкой

чину переменного резистора R9 и изменяя величину емкости конденсатора С4.

Если с помощью регулировок невозможно добиться требуемого коэффициента деления, следует проверить резисторы в цепях управляющих сеток и конденсаторы связи.

Амплитуда масштабных отметок, кратных большей дальности (например, 50-километровых отметок), должна иметь превышение над амплитудой масштабных отметок, кратных меньшей дальности (например, 10-километровых отметок), на величину, указанную в ИЭ.

Проверять линейкой или полоской миллиметровой бумаги на экране индикатора (в случае определения высоты масштабных отметок в миллиметрах) или осциллографом на выходном каскаде канала масштабных отметок дальности (в случае определения амплитуды масштабных отметок в вольтах).

Примерный вид масштабных отметок дальности показан на рис. 96.

Превышение H определить по формуле

$$H = \frac{2(A_2 - A_1)}{A_2 + A_1} 100\%,$$

где A_1 — высота (амплитуда) масштабных отметок, кратных меньшей дальности, мм (В);

A_2 — высота (амплитуда) масштабных отметок, кратных большей дальности, мм (В).

Требуемое превышение установить регулировками, изменяющими амплитуду масштабных отметок, кратных различным дальностям, или регулировкой, изменяющей амплитуду масштабных отметок, кратных одной дальности (например, в схеме рис. 97 — переменным резистором R6).

Нелинейность развертки должна быть в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

получить устойчивые масштабные отметки дальности и отрегулировать размер и положение развертки на экране индикатора;

измерить линейкой расстояние между четырьмя любыми масштабными отметками в начале и в конце развертки;

определить нелинейность по формуле

$$H = \frac{A_{макс} - A_{мин}}{A_{макс}} 100\%,$$

где $A_{макс}$ и $A_{мин}$ — наибольшее и наименьшее измеренные расстояния между масштабными отметками, мм.

Если требование не выполняется, следует проверить элементы, влияющие на линейность пилообразного напряжения. Например, в схеме генератора пилообразного напряжения (рис. 93) следует

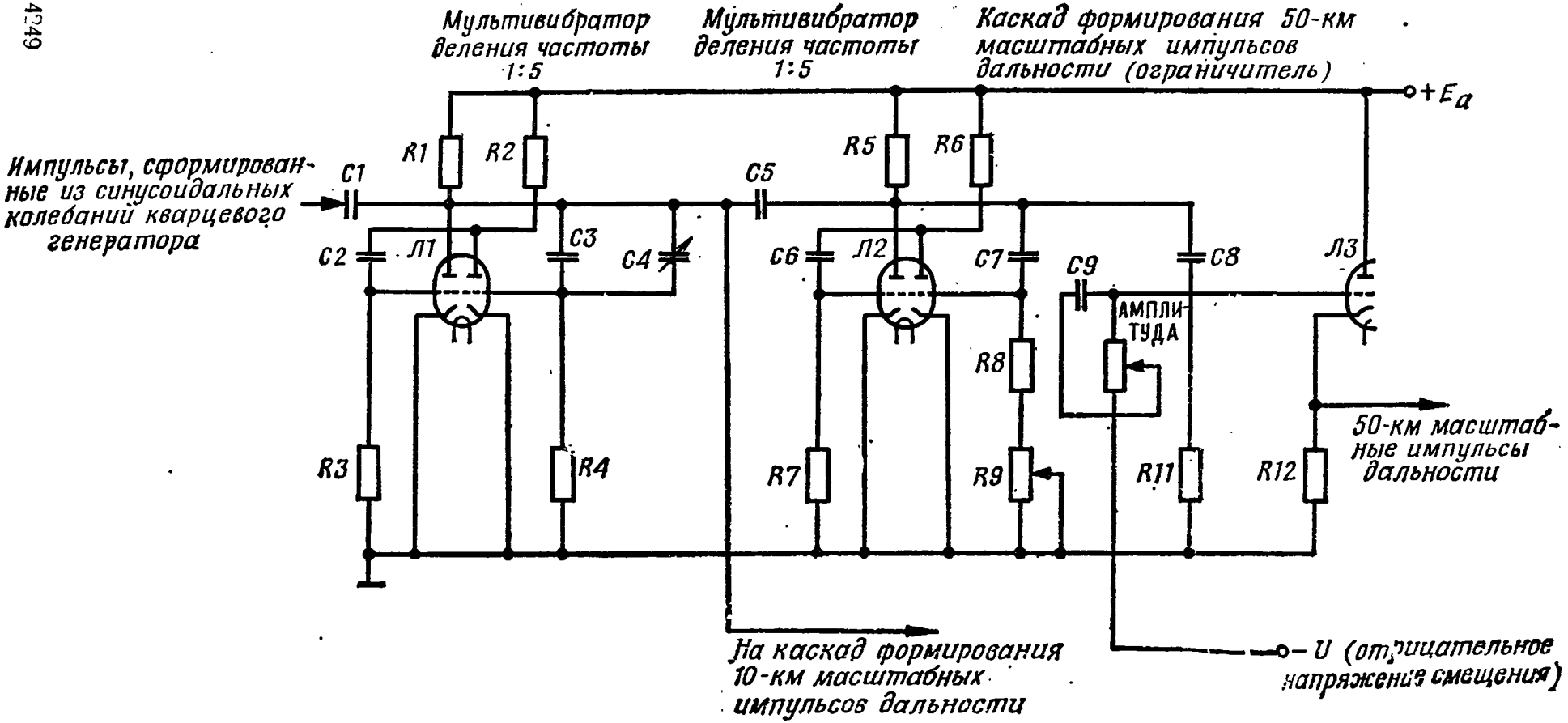


Рис. 95. Принципиальная электрическая схема мультивибратора

проверить резистор R23 и конденсатор C10 цепи отрицательной обратной связи, введением которой повышается линейность напряжения развертки.

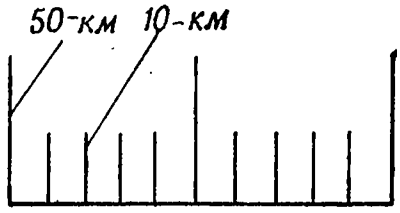


Рис. 96. Осциллограмма масштабных отметок дальности

На экране индикатора должны быть импульсные сигналы при подаче на вход канала видеоусилителя импульсов, имитирующих отраженные сигналы (эхо-сигналы).

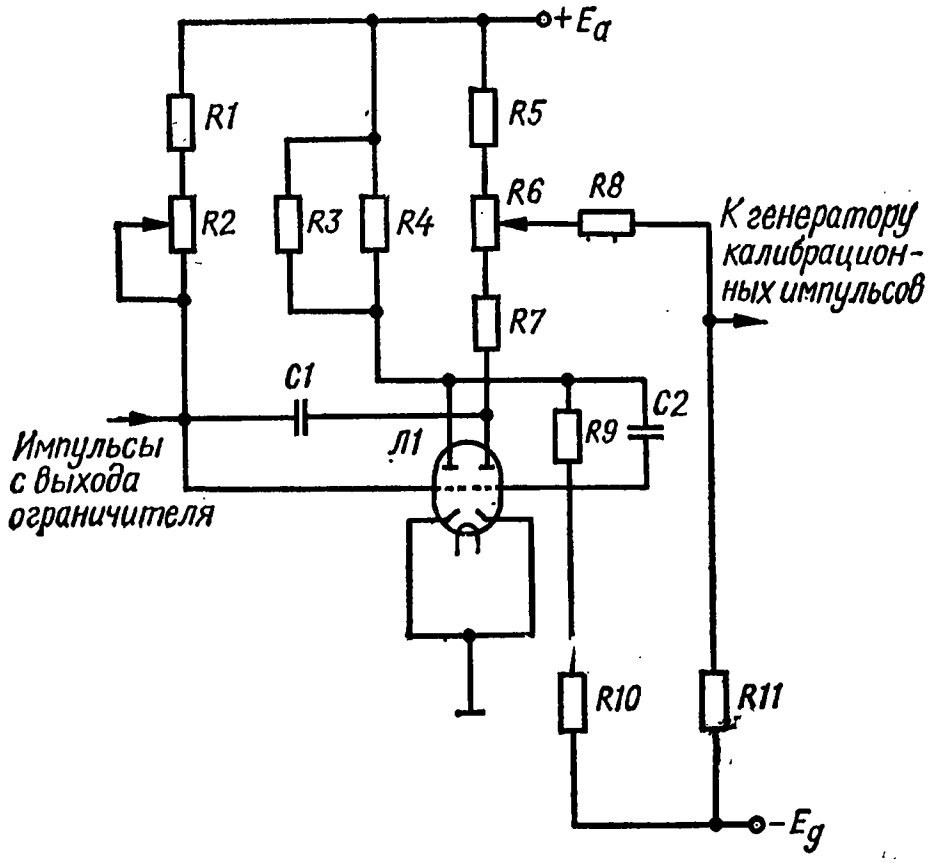


Рис. 97. Принципиальная электрическая схема мультивибратора с анодно-сеточной связью

Проверять визуально по экрану индикатора. Подать от имитатора целей или от генератора импульсов (генератор импульсов № 2 схемы, изображенной на рис. 92) на вход канала видеоусилителя видеоимпульсы, параметры которых (амплитуда, полярность, длительность, частота следования) соответствуют импульсам, поступающим на индикатор от детектора приемника.

Если импульсные сигналы на экране индикатора отсутствуют, необходимо убедиться в наличии видеоимпульсов на выходе ви-

деоусилителя (рис. 91). При отсутствии — проверить режим работы видеоусилителя.

В том случае, когда на выходе видеоусилителя импульсы имеются, следует проверить режим работы импульсного смесителя.

5.3. ИНДИКАТОР ДАЛЬНОСТИ С КОЛЬЦЕВОЙ РАЗВЕРТКОЙ

5.3.1. Общие сведения

Структурная схема индикатора дальности с кольцевой разверткой приведена на рис. 98.

Индикатор состоит из следующих каналов и каскадов:

канал кольцевой развертки точной дальности;

канал кольцевой развертки грубой дальности;

канал импульсов подсвета;

канал электрического визира;

видеоусилитель;

цепи управления электронно-лучевой трубкой.

Напряжение кварцевого генератора поступает в фазосдвигающую цепь, где оно преобразуется в два синусоидальных напряжения, сдвинутых между собой по фазе на 90°. Эти два напряжения через резонансный усилитель поступают на две пары отклоняющих пластин трубки точной дальности, создавая на ее экране кольцевую линию развертки.

Синхронизация 1-го каскада деления частоты осуществляется напряжением кварцевого генератора, преобразованным в генераторе пусковых импульсов в импульсное напряжение той же частоты.

Выходное напряжение последнего каскада деления частоты поступает на резонансный усилитель, нагрузкой которого является фазосдвигающая цепь. В этой цепи вырабатываются два сдвинутых между собой по фазе на 90° напряжения, которые затем через резонансный усилитель подаются на две пары отклоняющих пластин трубки грубой дальности.

Каскады задержки канала импульсов подсвета запускаются напряжением ограничителя и создают импульсы напряжения прямоугольной формы переменной длительности. Генератор широких импульсов создает прямоугольный импульс напряжения засветки развертки, длительность которого может регулироваться.

Засветка линии развертки трубки точной дальности осуществляется напряжением, подаваемым на управляющий электрод точной трубки. Спад импульса напряжения прямоугольной формы каскада задержки запускает генератор узких импульсов, который, в свою очередь, вырабатывает импульсы напряжения также прямоугольной формы. Изменение длительности импульса каскада задержки (перемещение его спада) вызывает перемеще-

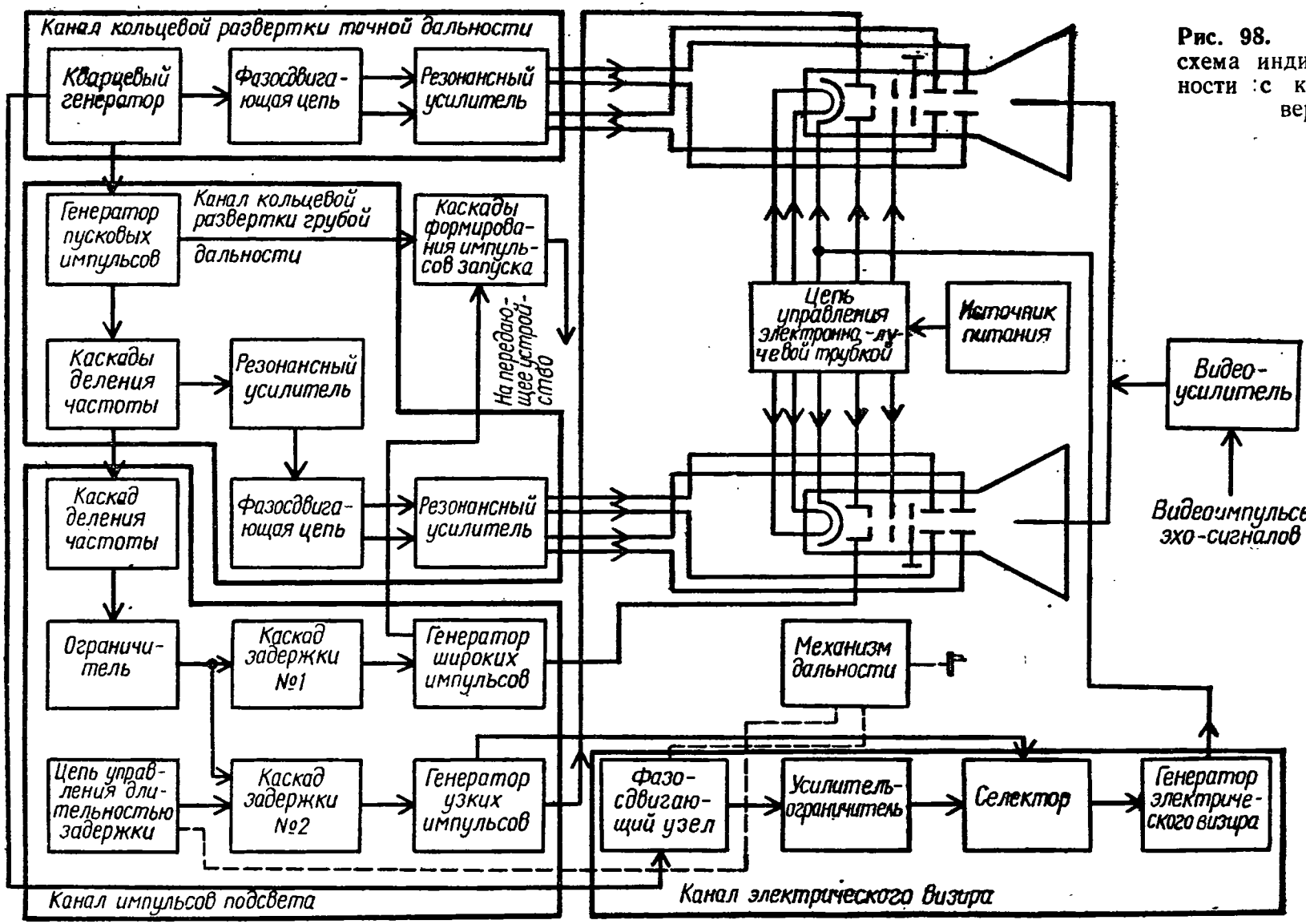


Рис. 98. Структурная схема индикатора дальности с кольцевой разверткой

ние импульса напряжения на управляющем электроде трубки точной дальности относительно пускового импульса. Это изменение осуществляется в цепи управления длительностью задержки.

Синусоидальное напряжение кварцевого генератора поступает в фазосдвигающий узел, с выхода которого напряжение, линейно изменяющееся по фазе, подается через ограничитель на селектор. Селектор вырабатывает импульсы для запуска генератора электрического визира только при совпадении по времени импульсов генератора узких импульсов и напряжения фазосдвигающего узла. Импульсы электрического визира поступают на катод электронно-лучевой трубки точной дальности, образуя на развертке два разрыва, вилку электрического визира.

Эхо-сигналы усиливаются в видеоусилителе и поступают на дополнительные электроды электронно-лучевой трубки.

Яркость и фокус развертки изменяются с помощью регулировок, находящихся в цепях управления электронно-лучевой трубкой.

Запуск передающего устройства осуществляется импульсами, вырабатываемыми в каскадах формирования импульсов запуска.

5.3.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей индикаторов дальности с кольцевой разверткой следует пользоваться Перечнем (табл. 23).

Таблица 23

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет развертки на трубке точной дальности; при смене кварца развертку получить не удается; развертка на экране трубки грубой дальности имеет форму эллипса	Неисправна лампа Л1 кварцевого генератора	Заменить лампу Л1
Искажена развертка на трубке грубой дальности или она вздрагивает при вращении штурвала дальности	Нарушена синхронизация каскада деления частоты в канале кольцевой развертки грубой дальности	Отрегулировать каскады деления по методике, указанной в ИЭ
	Неисправны лампы каскадов деления частоты	Заменить лампы

Окончание табл. 23

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет засветки на трубке грубой дальности; есть пусковой импульс (включается высокое напряжение)	Неисправна схема генератора широких импульсов	Заменить лампу генератора широких импульсов
Нет электрического визира на экране трубки точной дальности	Неисправен фазосдвигающий узел канала электрического визира	Заменить лампы фазосдвигающего узла, проверить резисторы и конденсаторы в цепи питания этих ламп
	Неисправна схема генератора электрического визира	Заменить лампу генератора и проверить резисторы и конденсаторы в цепи питания этой лампы
При включении автоматического сопровождения по дальности электрический визир сходит с сигнала от цели; нет шумов и сигналов от цели, есть полустробы	Неисправен видеоусилитель	Заменить лампы видеоусилителя и проверить резисторы и конденсаторы в цепи питания ламп

5.3.3. Проверяемые технические требования

После устранения неисправностей, связанных с заменой различных элементов схем, индикатор подлежит проверке по следующим техническим требованиям:

регулировка диаметра развертки точной дальности;

коэффициент деления каскадов деления частоты (аналогично п. 5.2.4);

регулировка диаметра развертки грубой дальности;

регулировка яркости и фокусировка развертки (аналогично п. 5.2.4);

нелинейность электрического визира;

амплитуда, длительность и частота следования импульсов запуска передающего устройства;

прохождение видеосигналов по каскаду видеоусилителя (аналогично пп. 5.2.3 и 5.2.4).

5.3.4. Методика проверки технических требований

Возможная схема проверки индикатора на рабочем месте (вне станции) приведена на рис. 99. Генератор импульсов применяется для проверки видеоусилителя.

Развертка точной дальности должна иметь форму кольца, совмещенного с контрольной окружностью, нанесенной на прозрачный диск перед экраном индикатора. Проверять визуально.

Если требование не выполняется, настроить канал кольцевой развертки точной дальности органами регулировок, изменяющих диаметр и форму развертки.

Например, в схеме, приведенной на рис. 100, настройку проводить в следующем порядке:

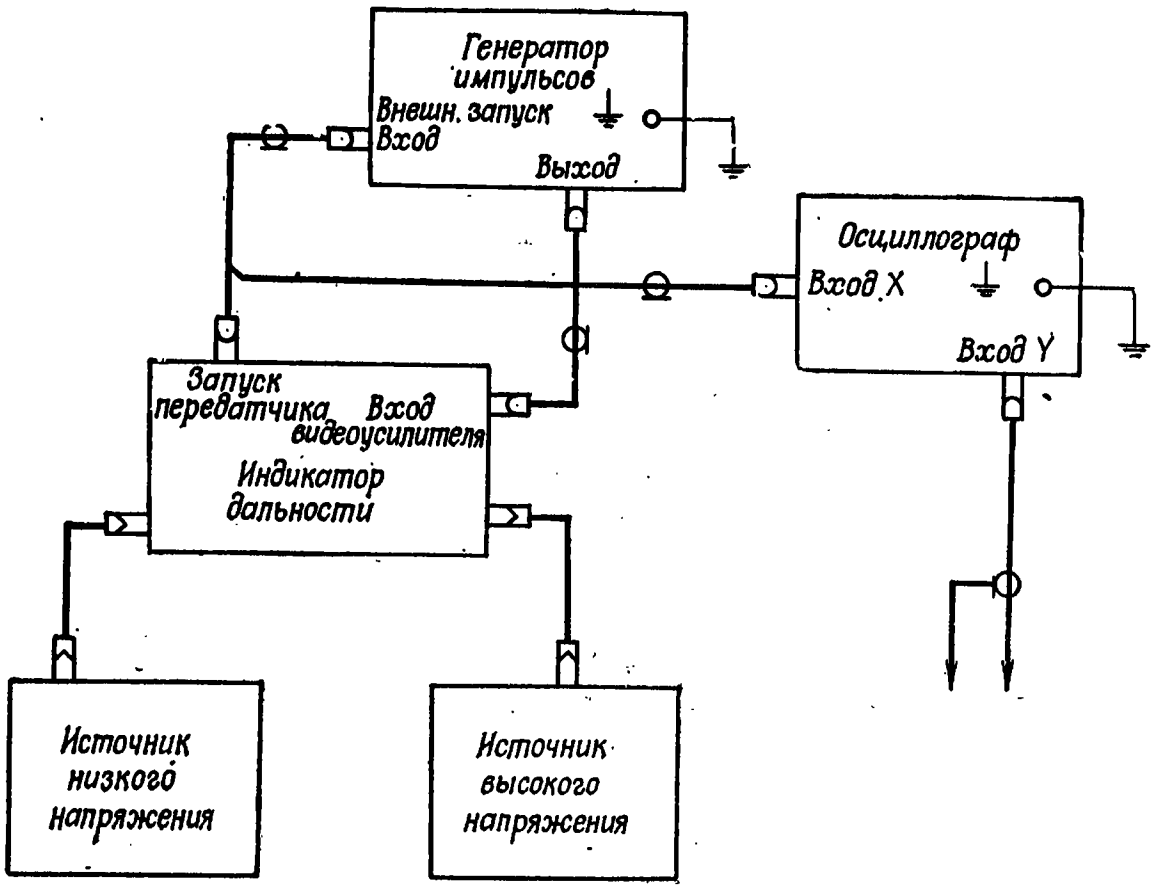


Рис. 99. Схема проверки индикатора дальности с кольцевой разверткой

установить максимальный диаметр развертки на экране индикатора, вращая ось переменного конденсатора С1;

совместить диаметр развертки с контрольной окружностью, вращая ось переменного резистора R1.

При наличии развертки в форме эллипса, оси которого занимают наклонное положение относительно вертикальной и горизонтальной осей, настройка производится с помощью переменного конденсатора С6.

При наличии развертки в форме эллипса, оси которого параллельны вертикальной и горизонтальной осям, настройка производится с помощью переменного резистора R5.

Эти настройки необходимо проводить совместно до получения на экране трубки развертки в форме правильной окружности.

В том случае, когда развертки на экране индикатора нет, проверить величины напряжений, питающих электронно-лучевую трубку, по таблице (карте) напряжений или проверить цепи питания и управления по таблице (карте) сопротивлений; прове-

рить, поступает ли напряжение развертки на отклоняющие пластины трубки.

При наличии указанных выше напряжений и отсутствии развертки необходимо заменить электронно-лучевую трубку.

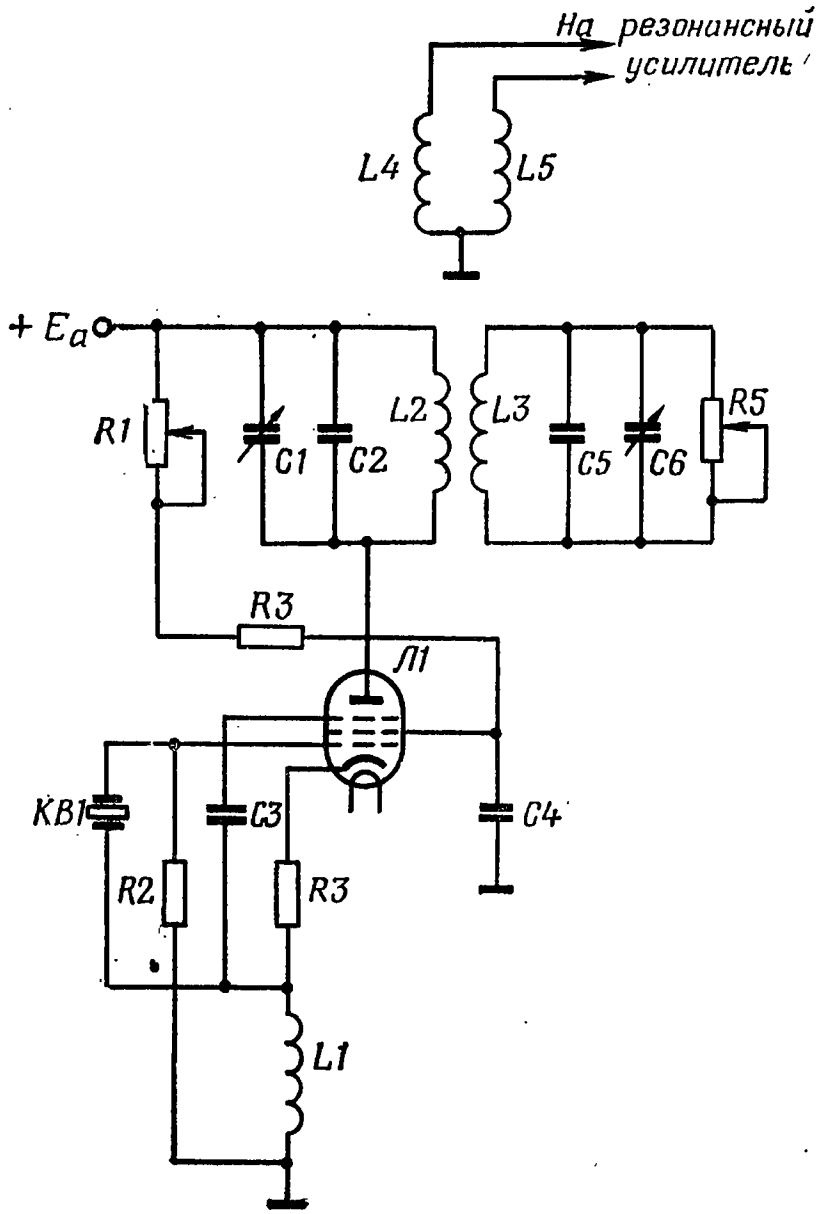


Рис. 100. Принципиальная электрическая схема кварцевого генератора

При отсутствии засветки на экране трубки точной дальности проверить режим работы каскада задержки № 2 и генератора узких импульсов.

Развертка грубой дальности должна иметь форму кольца, совмещенного с контрольной окружностью, нанесенной на прозрачный диск перед экраном индикатора.

Форму развертки грубой дальности проверять визуально.

Если требование не выполняется, настроить канал кольцевой

развертки грубой дальности органами регулировок, изменяющими диаметр и форму развертки.

В том случае, когда развертка не совмещается с контрольной окружностью, необходимо проверить равенство амплитуд напряжений на выходе фазосдвигающей цепи (рис. 98). При этом могут быть неисправности, характер которых описан выше.

При отсутствии засветки развертки на трубке грубой дальности проверить режим работы каскада задержки № 1 и генератор широких импульсов.

Нелинейность электрического визира должна быть в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

установить контрольный диск перед экраном трубки точной дальности так, чтобы контрольная риска совпадала с нулевым делением шкалы трубки;

совместить штурвалом дальности конец первой метки электрического визира последовательно с рисками контрольного диска; записать при этом показание точной шкалы механизма дальности $D_м$; повторить данную проверку через каждые 100 м шкалы трубки $D_{тр}$;

определить разность измерений δ по формуле

$$\delta = D_м - D_{тр};$$

найти максимальное и минимальное значения разности δ и вычислить среднее алгебраическое значение этих разностей $\delta_{ср}$ по формуле

$$\delta_{ср} = \frac{\delta_{макс} + \delta_{мин}}{2};$$

определить нелинейность электрического визира по формуле

$$\delta_н = \delta - \delta_{ср}.$$

Если электрический визир на экране трубки точной дальности отсутствует, проверить режимы работы фазосдвигающего узла (рис. 98), усилителя-ограничителя, селектора, генератора электрического визира.

В том случае, когда нелинейность не удовлетворяет требованию, отрегулировать фазосдвигающий узел по методике, изложенной в ИЭ.

Амплитуда, длительность и частота следования импульсов запуска передающего устройства должны соответствовать величинам, указанным в формуляре.

Проверять осциллографом, включенным в режим внутренней синхронизации на выходе каскадов формирования импульсов запуска (рис. 98).

Если требование не выполняется, следует проверить режим работы каскадов формирования импульсов запуска.

5.4. ИНДИКАТОР КРУГОВОГО ОБЗОРА

5.4.1. Общие сведения

В индикаторах кругового обзора («Дальность — азимут») с яркостной отметкой в основном используются электронно-лучевые трубки с магнитным управлением. Для создания радиально-круговой развертки применяется отклоняющая система с вращающимися катушками или отклоняющая система с неподвижными катушками, на которые подается напряжение развертки.

Структурная схема индикатора кругового обзора, в котором применена отклоняющая система с вращающимися катушками, приведена на рис. 101.

Индикатор кругового обзора с вращающимися катушками состоит из следующих каналов и каскадов:

канал развертки дальности;
канал азимутальных отметок;
канал масштабных отметок дальности;
канал видеосигнала (аналогичен описанному в п. 5.2.1);
каскад фокусировки;
каскад центрирования.

Пусковые импульсы формируются в каскаде запуска и поступают на генераторы прямоугольных импульсов и каскад совпадения. Генератор прямоугольных импульсов вырабатывает импульсы прямоугольной формы, длительность которых зависит от выбранного масштаба. Эти импульсы поступают на генератор напряжения развертки, напряжение которого усиливается в выходном каскаде и подается на отклоняющую катушку. Прямоугольные импульсы подаются также через каскад подсвета на ускоряющий электрод (первый анод) электронно-лучевой трубки для подсвета экрана на время развертки.

С помощью кулачков, вращающихся от зубчатой передачи сервоусилителя, переключаются группы контактов в датчике азимутальных отметок. Каскад совпадения пропускает пусковой импульс, которым запускается генератор азимутальных отметок, только лишь при очередном замыкании групп контактов датчика азимутальных отметок. Импульсы азимутальных отметок поступают на импульсный смеситель.

С помощью регулировок, помещенных в каскаде фокусировки, изменяется фокусировка луча электронно-лучевой трубки.

В каскаде центрирования имеются регулировки, позволяющие смещать (по горизонтали и по вертикали) начало развертки.

Структурная схема индикатора с неподвижными катушками аналогична схеме, приведенной на рис. 101, за исключением канала развертки дальности.

Структурная схема канала развертки дальности приведена на рис. 102.

Отклоняющее напряжение с генератора напряжения развертки подается на ротор импульсного вращающегося трансформатора, связанного с приводом вращения антенны.

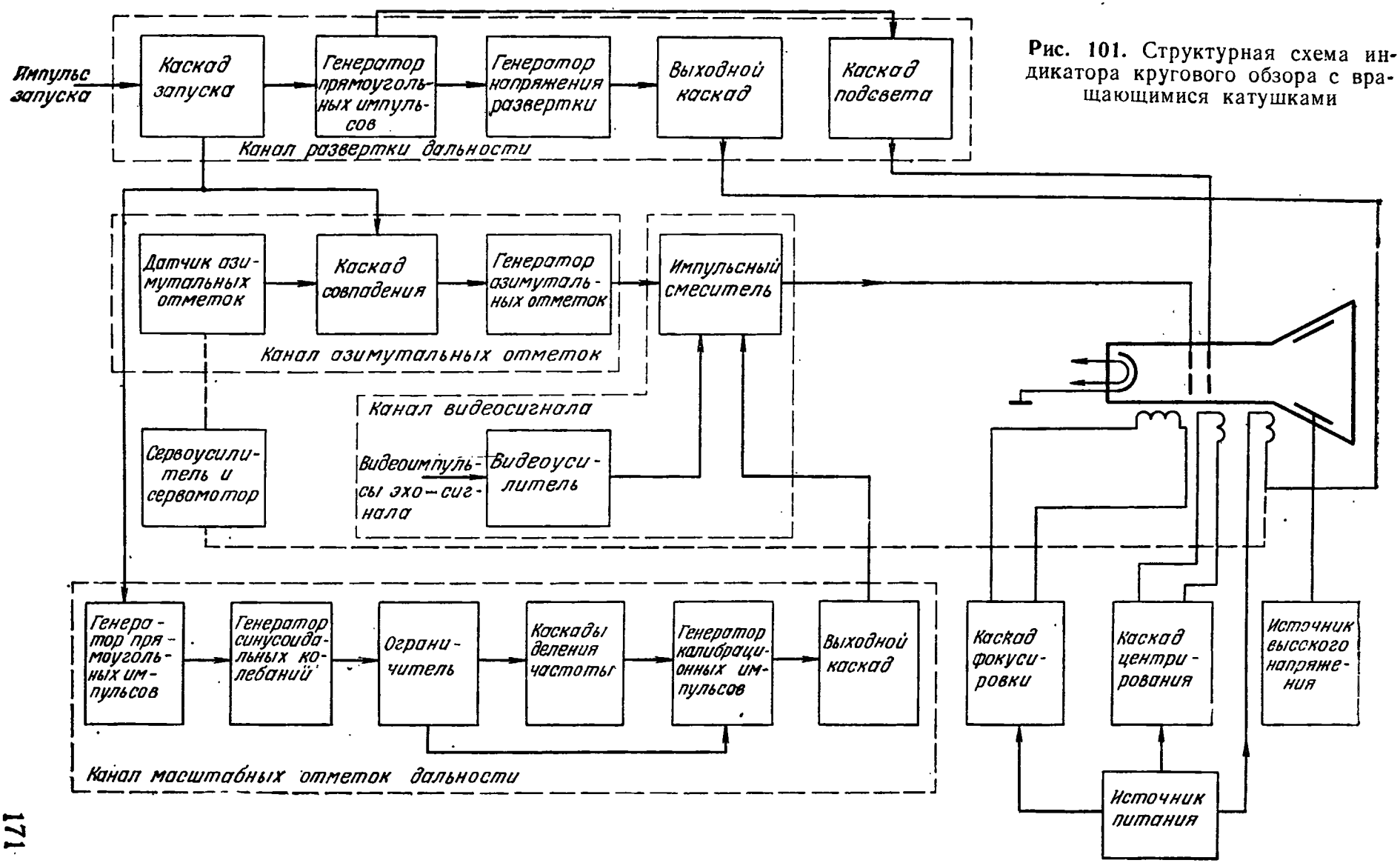


Рис. 101. Структурная схема индикатора кругового обзора с вращающимися катушками

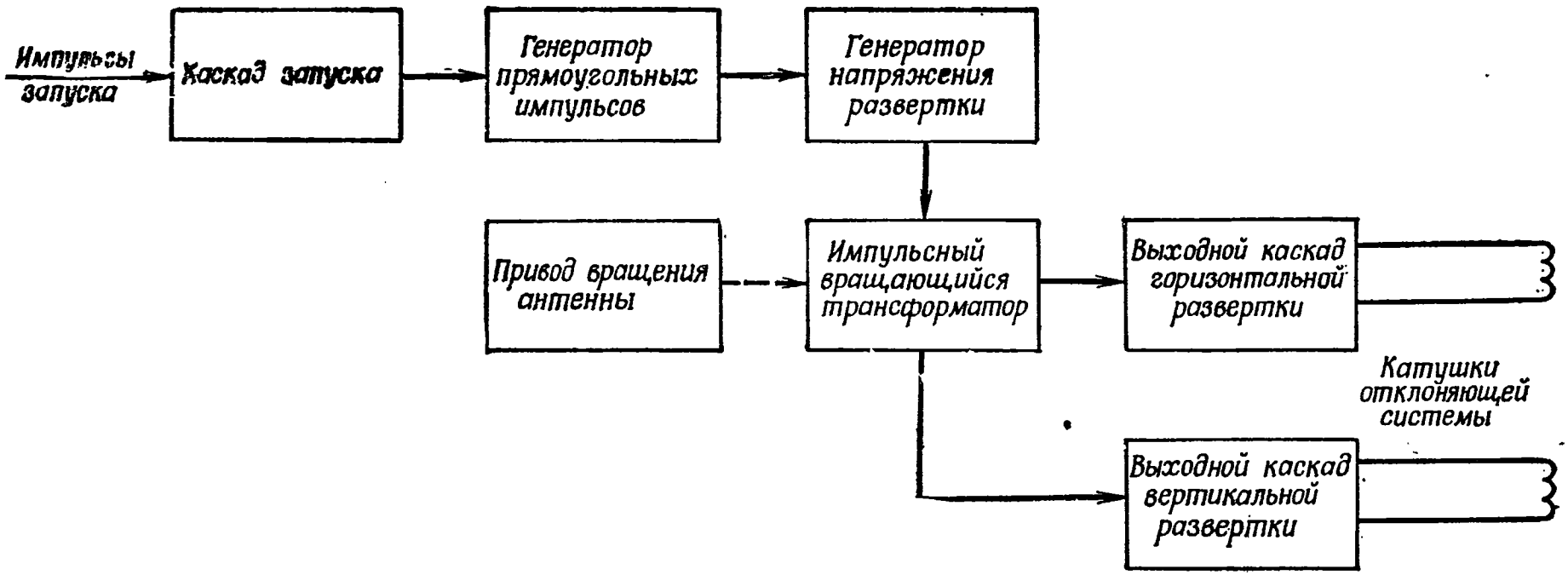


Рис. 102. Структурная схема канала развертки дальности с вращающимся магнитным полем при неподвижных катушках

5.4.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей индикаторов кругового обзора следует пользоваться Перечнем (табл. 24).

Таблица 24

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет развертки на индикаторе кругового обзора	Неисправна одна или несколько ламп канала развертки дальности	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
	Обрыв отклоняющей катушки	Отремонтировать катушку или заменить ее
	Отсутствует высокое напряжение	Проверить источник высокого напряжения
Укорочена развертка индикатора, длительность развертки не регулируется	Неисправны регулирующие резисторы в схеме генератора прямоугольных импульсов канала развертки дальности	Заменить неисправные резисторы
При наличии развертки нет масштабных отметок дальности	Неисправна одна или несколько ламп канала масштабных отметок дальности или импульсного смесителя	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
Нет азимутальных отметок	Неисправна одна или несколько ламп канала азимутальных отметок	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
Нет шумов на экране трубки	Неисправна лампа каскада видеусилителя или импульсного смесителя	Заменить лампу
Развертка вращается несинхронно с вращением антенны	Вышел из зацепления сельсин в схеме сервоусилителя и сервомотора	Закрепить сельсин
Нет изображения на экране, не действует регулировка ЯРКОСТЬ	Не работает видеоусилитель канала видеосигнала	Заменить лампу видеоусилителя
	Нет высокого напряжения	Проверить цепь высокого напряжения
	Вышла из строя электронно-лучевая трубка	Заменить электронно-лучевую трубку
Вертикальная длина развертки уменьшилась; центр развертки сместился вверх или вниз	Не работает выходной каскад вертикальной развертки (рис. 102)	Заменить лампу выходного каскада, проверить действие регулировки вертикального сдвига
Горизонтальная длина развертки уменьшилась; центр развертки сместился вправо или влево	Не работает выходной каскад горизонтальной развертки (рис. 102)	Заменить лампу выходного каскада, проверить действие регулировки горизонтального сдвига

5.4.3. Проверяемые технические требования

После устранения неисправностей, связанных с заменой различных элементов схем, индикатор подлежит проверке по следующим техническим требованиям:

направление развертки;

регулировка масштабов дальности;

регулировка яркости и фокусировки развертки;

вертикальное и горизонтальное смещения начала развертки;

синхронность вращения развертки относительно вращения антенны;

длина и яркость азимутальных отметок;

нелинейность развертки;

прохождение видеосигналов по видеоканалу.

5.4.4. Методика проверки технических требований

Возможная схема проверки индикатора кругового обзора на рабочем месте (вне станции) изображена на рис. 103. Генератор импульсов № 1 применяется для запуска канала развертки; генератор импульсов № 2 — для проверки видеоканала. Генератор импульсов № 2 должен быть синхронизирован импульсами генератора импульсов № 1.

В качестве датчика угла поворота антенны использовать соответствующий блок с приводом от ремонтируемой станции или установить сельсин-датчик, соответствующий типу датчика.

На экране индикатора на всех масштабах должна быть линия развертки, направленная по радиусу из центра экрана.

Регулировки масштабов должны обеспечивать изменение соответствующих масштабов в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора на всех масштабах.

В том случае, когда в одном из положений переключателя масштабов длина развертки изменится, необходимо установить органы регулировок, изменяющих величину амплитуды пилообразного напряжения, в положение, необходимое для получения требуемой длины развертки.

В схеме, приведенной на рис. 104, такими регулировками являются переменные резисторы R1—R3. Если органами регулировки не удается установить развертку в пределах рабочей части экрана, проверить режим работы генератора напряжения развертки, резисторы R1—R3 и конденсатор C1.

Когда на экране индикатора отсутствует развертка, проверить осциллографом, включенным в режим ждущей развертки, наличие напряжения развертки на выходе канала развертки дальности (рис. 101), при его отсутствии проверить последовательно

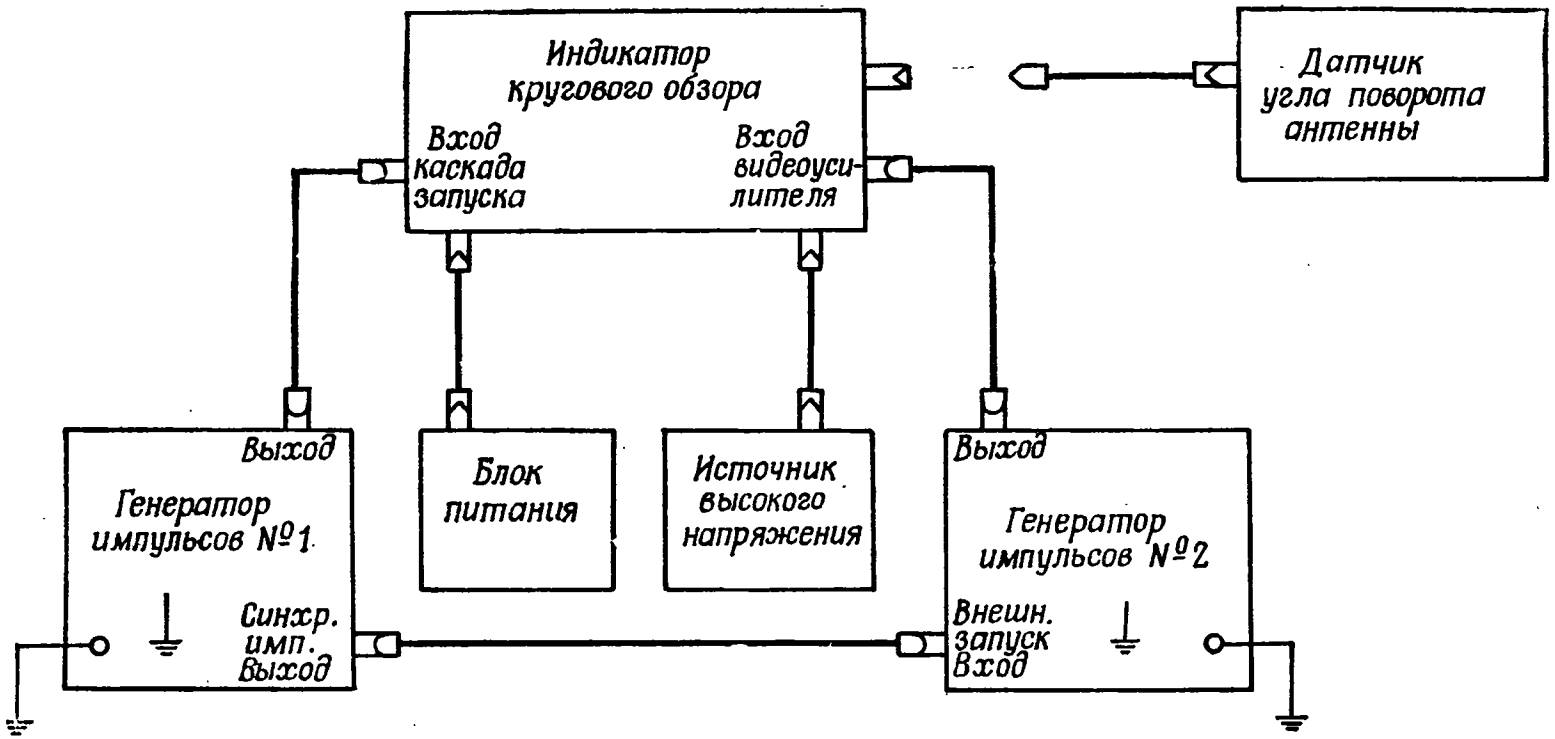


Рис. 103. Схема проверки индикатора кругового обзора

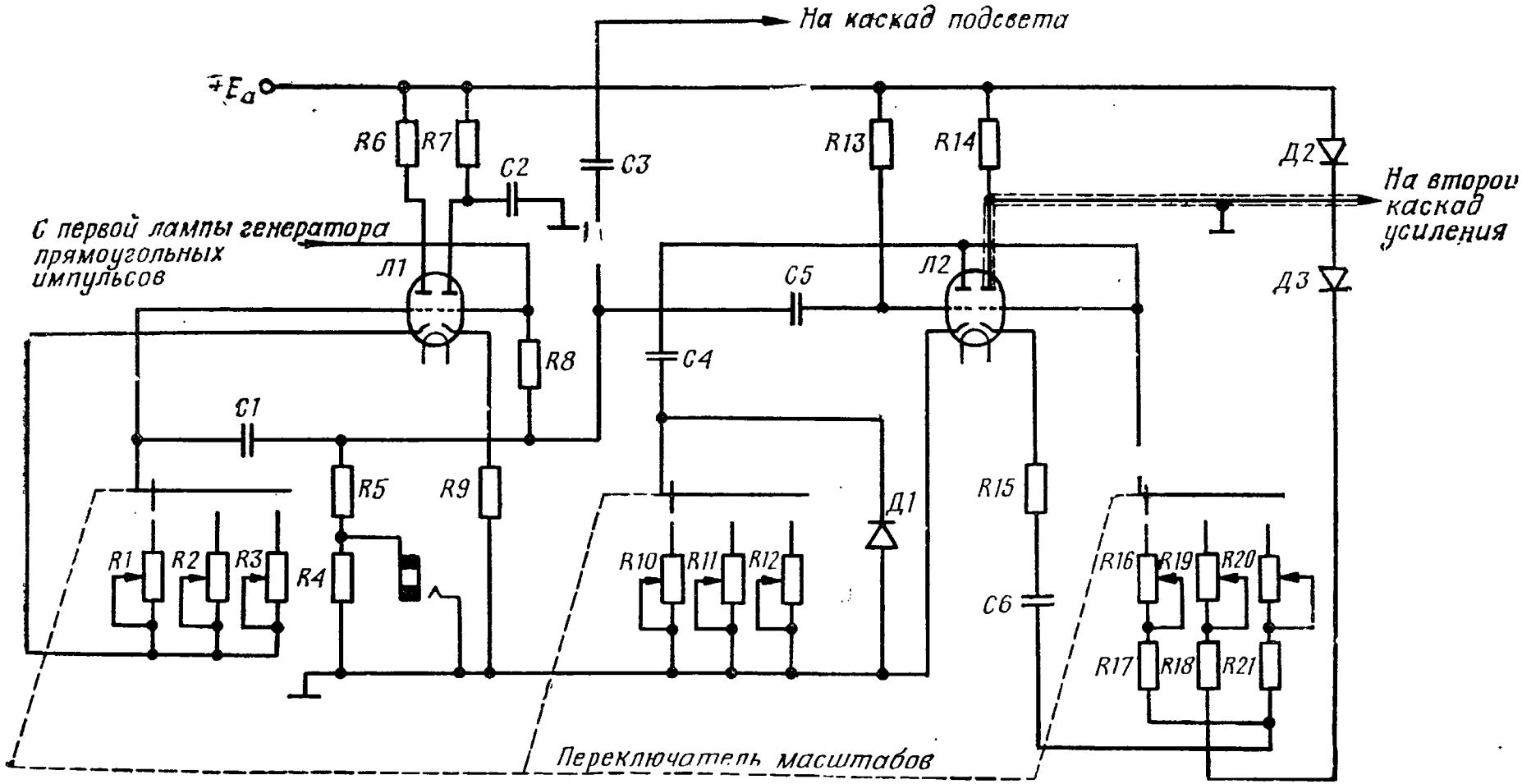


Рис. 104. Принципиальная электрическая схема канала развертки дальности

режим работы каскада запуска, генератора прямоугольных импульсов, генератора напряжения развертки, выходного каскада. При наличии напряжения развертки проверить величины напряжений, питающих электронно-лучевую трубку, по таблице (карте) напряжений или проверить цепи питания и управления по таблице (карте) сопротивлений.

Если указанные напряжения есть, необходимо заменить электронно-лучевую трубку.

Регулировки яркости и фокусировки развертки должны обеспечивать нормальную эксплуатационную яркость и фокусировку изображения на экране индикатора.

Нормальная яркость линии развертки должна устанавливаться примерно в среднем положении оси переменного резистора. Проверять визуально.

Критерием оценки работы схемы фокусировки является толщина линии сфокусированной развертки, значение которой обычно указано в ИЭ.

Если яркость развертки недостаточна, следует проверить резисторы, составляющие делитель напряжения в цепи управляющего электрода электронно-лучевой трубки. В том случае, когда фокусировка развертки не удовлетворяет требованию, необходимо проверить элементы каскада фокусировки.

Должна быть обеспечена **синхронность вращения** развертки с антенной.

Проверять визуально.

Если развертка на экране индикатора с вращающейся катушкой неподвижна, следует проверить сервоусилитель и сервомотор (рис. 101), а в индикаторе с вращающимся магнитным полем — импульсный вращающийся трансформатор (рис. 102).

Длина азимутальных отметок должна быть не менее рабочей длины развертки. Масштабные отметки, кратные большему азимуту (например, десятиградусные или тридцатиградусные отметки азимута), должны быть ярче масштабных отметок, кратных меньшему азимуту (например, пятиградусных или шестиградусных отметок азимута).

Проверять визуально по экрану индикатора.

В том случае, когда отсутствуют азимутальные отметки на экране индикатора, проверить осциллографом, включенным в режим ждущей развертки, наличие импульсов азимутальных отметок на выходе генератора азимутальных отметок; при их отсутствии проверить последовательно режим работы датчика азимутальных отметок, каскада совпадения, генератора азимутальных отметок; при их наличии проверить режим работы импульсного смесителя (рис. 101).

Если органами регулировки не удается установить требуемую длину азимутальных отметок, необходимо проверить элементы схемы генератора азимутальных отметок, влияющие на длительность азимутальных отметок.

При яркости отметок, не удовлетворяющей требованию, необходимо установить органы регулировок, изменяющих амплитуду прямоугольных импульсов генератора азимутальных отметок, в положение, необходимое для нормальной яркости отметок.

Если органами регулировок не удается установить требуемую яркость, необходимо проверить элементы схемы генератора азимутальных отметок, влияющие на амплитуду азимутальных отметок.

Нелинейность развертки должна быть в пределах, указанных в ИЭ. Проверять по методике, указанной в п. 5.2.4.

Если требование не выполняется, следует проверить элементы, влияющие на линейность напряжения, снимаемого с выхода генератора напряжения развертки (рис. 101).

Например, в схеме (рис. 104) проверить переменные резисторы R10—R12, R16, R19, R20, резисторы R17, R18, конденсатор C4 цепи отрицательной обратной связи, введением которой повышается линейность напряжения развертки.

5.5. ИНДИКАТОР «АЗИМУТ — ДАЛЬНОСТЬ» С ПРЯМОУГОЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ КООРДИНАТ

5.5.1. Общие сведения

Структурная схема индикатора приведена на рис. 105.
Индикатор состоит из следующих каналов:

канал развертки дальности;

канал развертки азимута;
канал маркера;

канал масштабных отметок дальности;
видеоканал.

Каскады канала развертки дальности, видеоусилитель и импульсный смеситель видеоканала, делитель частоты канала маркера, каскады канала масштабных отметок дальности аналогичны каскадам, описанным в пп. 5.2.1 и 5.4.1.

Напряжение азимутальной развертки и управляющее напряжение по азимуту маркера последовательно проходят через коммутатор напряжений маркера и развертки, усиливаются в выходном каскаде и поступают на горизонтально отклоняющую катушку электронно-лучевой трубки.

Импульсы маркера, вырабатываемые в генераторе маркерного импульса, поступают на импульсный смеситель лишь в случае совпадения его по времени с импульсом генератора интервала в каскаде совпадения.

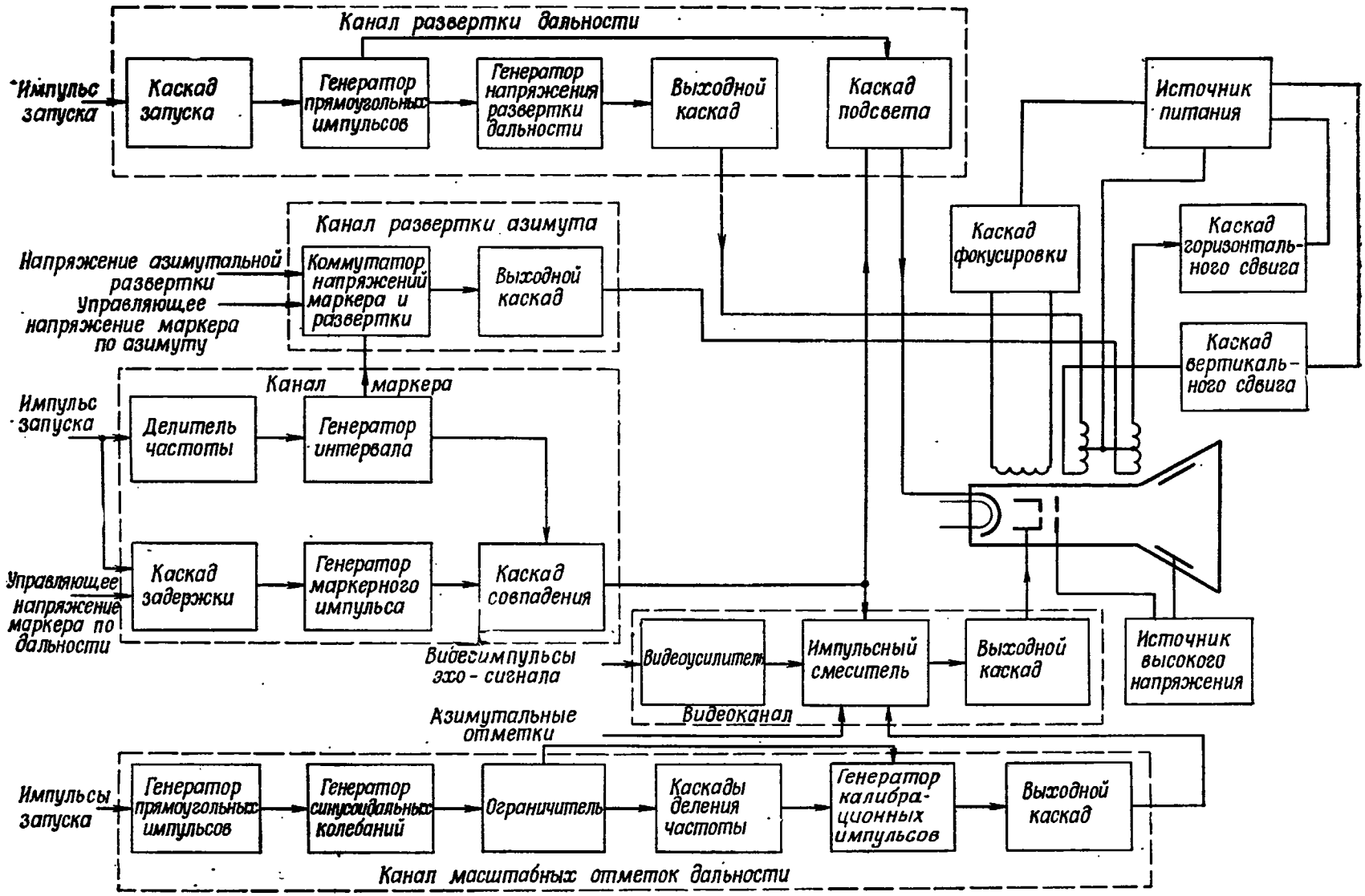


Рис. 105. Структурная схема индикатора «Азимут — дальность» с прямоугольной системой координат

5.5.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей индикаторов «Азимут — дальность» следует пользоваться Перечнем (табл. 25).

Таблица 25

Перечень
наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет изображения на экране индикатора, не действует регулировка ЯРКОСТЬ	Отсутствует высокое напряжение	Проверить цепь высокого напряжения
	Вышла из строя электронно-лучевая трубка	Заменить электронно-лучевую трубку
Нет вертикальной развертки. По экрану (слева направо) перемещается точка	Неисправна лампа каскада запуска в канале развертки дальности	Заменить лампу
Длительность вертикальной развертки не регулируется	Неисправна схема генератора пилообразного напряжения	Заменить лампу. Проверить резисторы, регулирующие длительность развертки
	Неисправна лампа выходного каскада развертки дальности	Заменить лампу
На экране индикатора нет маркера	Отсутствует импульс запуска на входе каскада задержки	Проверить цепь импульса запуска на входе каскада задержки
	Не работает каскад задержки	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
	Не работает генератор интервала или каскад совпадения.	
	Вышел из строя генератор маркерного импульса	
Маркер не управляется по дистанции	Отсутствует управляющее напряжение маркера по дальности	Проверить контакты кнюппельной ручки и потенциометра
	Неисправна лампа каскада задержки канала маркера	Заменить лампу
Маркер не управляется по азимуту	Отсутствует управляющее напряжение маркера по азимуту	Проверить контакты кнюппельной ручки и потенциометра. В случае загрязнения контактов промыть их. При недостаточном давлении токоснимающих щеток подогнуть держатели

Окончание табл. 25

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
	Неисправен коммутатор напряжений маркера и развертки или выходной каскад в канале развертки азимута	Проверить работу реле, заменить неисправные лампы
	Неисправен генератор интервала в канале маркера	Заменить лампу генератора
Нет азимутальной развертки. В центре экрана прочерчивается вертикальная линия, на которой видны отметки дистанции	Неисправен коммутатор напряжений маркера и развертки или выходной каскад в канале развертки азимута	Проверить работу коммутирующих реле, заменить неисправные лампы
Нет видеосигналов на экране индикатора	Неисправна одна из ламп видеоканала	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
Не фокусируется изображение, не действует регулировка ФОКУС	Неисправен каскад фокусировки	Заменить лампу каскада фокусировки; заменить переменный резистор

5.5.3. Проверяемые технические требования

После устранения неисправностей, связанных с заменой различных элементов схем, индикатор подлежит проверке по следующим техническим требованиям:

положение развертки дальности;

регулировка длины развертки дальности;

превышение яркости масштабных отметок, кратных большей дальности, над масштабными отметками, кратными меньшей дальности;

регулировка масштабов развертки;

регулировка ширины изображения на экране индикатора;

установка маркера в любую точку рабочей части экрана;

прохождение видеосигналов по видеоканалу.

5.5.4. Методика проверки технических требований

Возможная схема проверки индикатора на рабочем месте (вне станции) приведена на рис. 106.

Генератор импульсов № 1 применяется для запуска канала развертки; генератор импульсов № 2 — для проверки видеоканала. Генератор импульсов № 2 должен быть синхронизирован импульсами генератора импульсов № 1.

На экране индикатора на всех масштабах должна быть **вертикальная развертка дальности.**

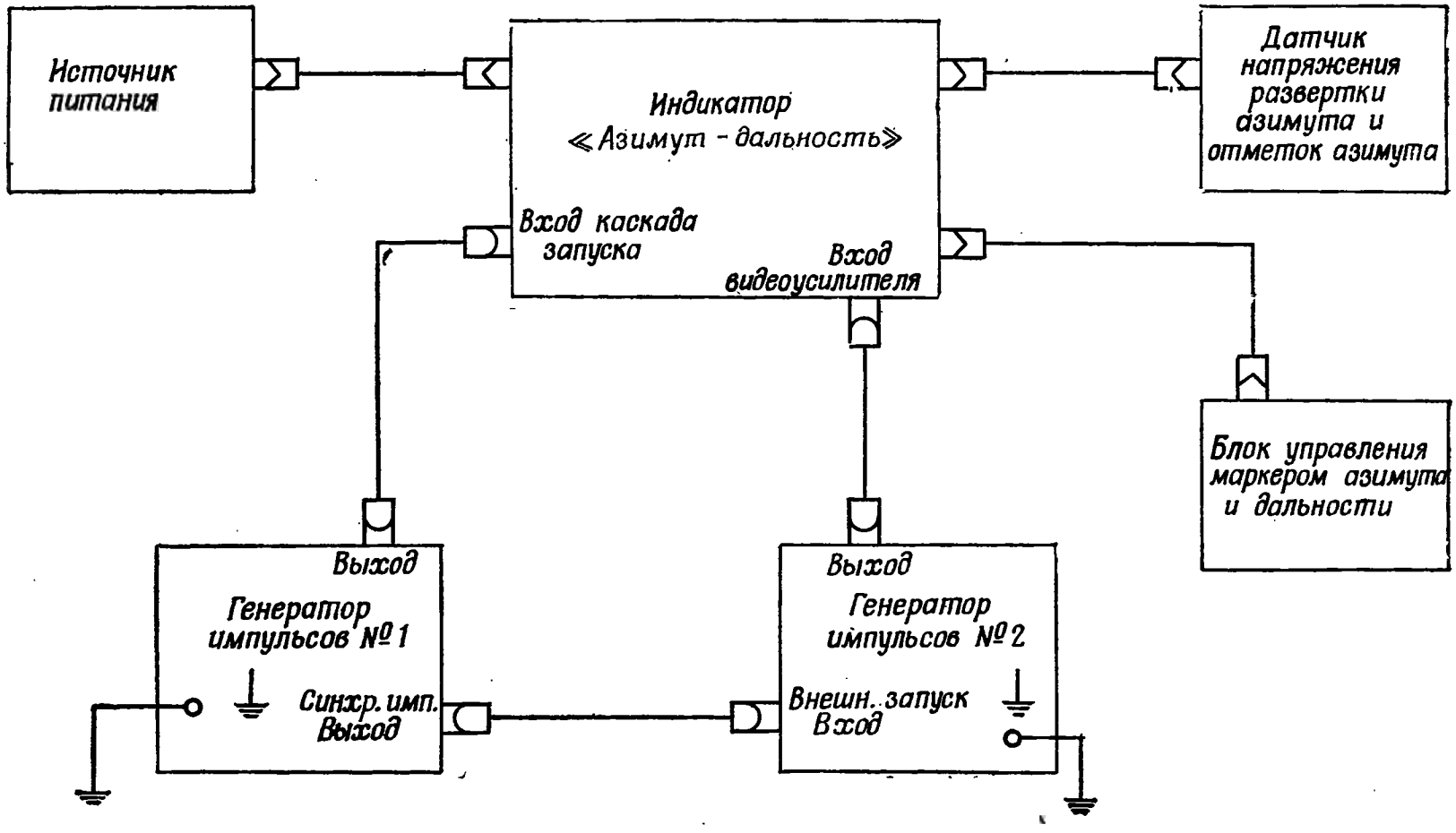


Рис. 106. Схема проверки индикатора «Азимут — дальность» с прямоугольной системой координат

Длина линии развертки должна регулироваться в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора на всех масштабах, установив переменным резистором, регулирующим длину развертки, требуемую величину длины развертки дальности.

Примерный вид экрана приведен на рис. 107.

Возможные неисправности, встречающиеся в канале развертки дальности, указаны в пп. 5.2.4 и 5.4.4.

Регулировки яркости азимутальных и масштабных отметок дальности должны обеспечивать нормальную эксплуатационную яркость азимутальных и масштабных отметок дальности на экране индикатора.

Проверять визуально по экрану индикатора.

Примерный вид экрана индикатора приведен на рис. 107.

Если яркость масштабных отметок недостаточна, следует проверить резисторы, составляющие делитель напряжения в цепи подачи импульсов масштабных отметок на импульсный смеситель.

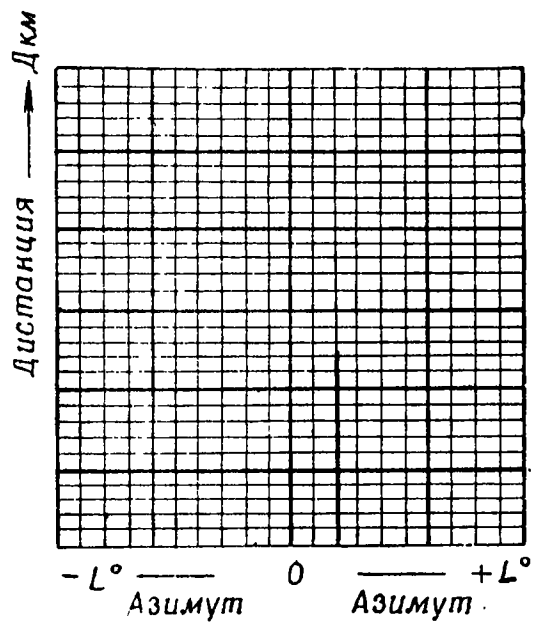


Рис. 107. Вид экрана индикатора «Азимут — дальность» с прямоугольной системой координат

В том случае, когда на экране индикатора отсутствуют масштабные отметки дальности, необходимо убедиться в наличии импульсов отметок на выходе канала масштабных отметок дальности, при их отсутствии последовательно проверить режимы работы каскадов канала масштабных отметок дальности.

Должна быть обеспечена возможность изменения **ширины развертки азимута** (горизонтального размера развертки) в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора при вращении оси переменного резистора, регулирующего горизонтальный размер развертки.

При отсутствии развертки необходимо проверить наличие управляющих напряжений импульсов интервала на входе коммутатора напряжений маркера и развертки (рис. 105). В том случае, когда управляющие напряжения и импульсы интервала есть, следует проверить режим работы коммутатора напряжений и выходного каскада.

Если наблюдается искажение развертки, необходимо отцентрировать отклоняющую систему индикатора. Центрирование электронного луча проводится перемещением регулировочных винтов, расположенных на основании магнитной системы.

Должна быть обеспечена **возможность установки маркера** на длину рабочей части экрана по дальности и возможность перемещения маркера на длину рабочей части экрана по азимуту.

Проверять визуально по экрану индикатора при вращении органов регулировки положения маркера.

Если маркер на экране индикатора отсутствует, проверить осциллографом, включенным в режим ждущей развертки, наличие импульса маркера на выходе каскада совпадения канала маркера (рис. 105). При отсутствии импульса маркера проверить последовательно режим работы каскада задержки, генератора маркерного импульса, делителя частоты, генератора интервала, каскада совпадения.

В случае когда импульсы маркера на выходе каскада совпадения есть, проверить режим работы импульсного смесителя и выходного каскада.

Если маркер не устанавливается на длину рабочей части экрана по дальности, проверить наличие управляющего напряжения маркера по дальности и режим работы каскада задержки.

5.6. ИНДИКАТОР ВЫСОТЫ

5.6.1. Общие сведения

В качестве примера рассмотрен индикатор, который может работать в двух режимах: ДАЛЬНОСТЬ — ВЫСОТА и ДАЛЬНОСТЬ — УГОЛ МЕСТА.

Структурная схема индикатора высоты приведена на рис. 108.

Индикатор высоты состоит из следующих каналов:

развертки дальности;
вертикальной развертки;
маркера высоты;
масштабных отметок высоты;
масштабных отметок дальности;
маркера дальности.

Генератор прямоугольных импульсов № 1 управляется импульсами запуска и вырабатывает прямоугольные импульсы, которые поступают на генератор напряжения дальности и в режиме ДАЛЬНОСТЬ — УГОЛ МЕСТА на каскад подсвета. Линейно изменяющееся напряжение генератора напряжения дальности, длительность которого определяется длительностью импульсов генератора прямоугольных импульсов, поступает на каскад горизонтальной развертки, на генератор напряжения высоты для формирования параболической составляющей напряжения высоты, а также на каскад срыва.

Отклоняющее напряжение каскада горизонтальной развертки создает линейно нарастающий ток в горизонтально отклоняющей катушке электронно-лучевой трубки.

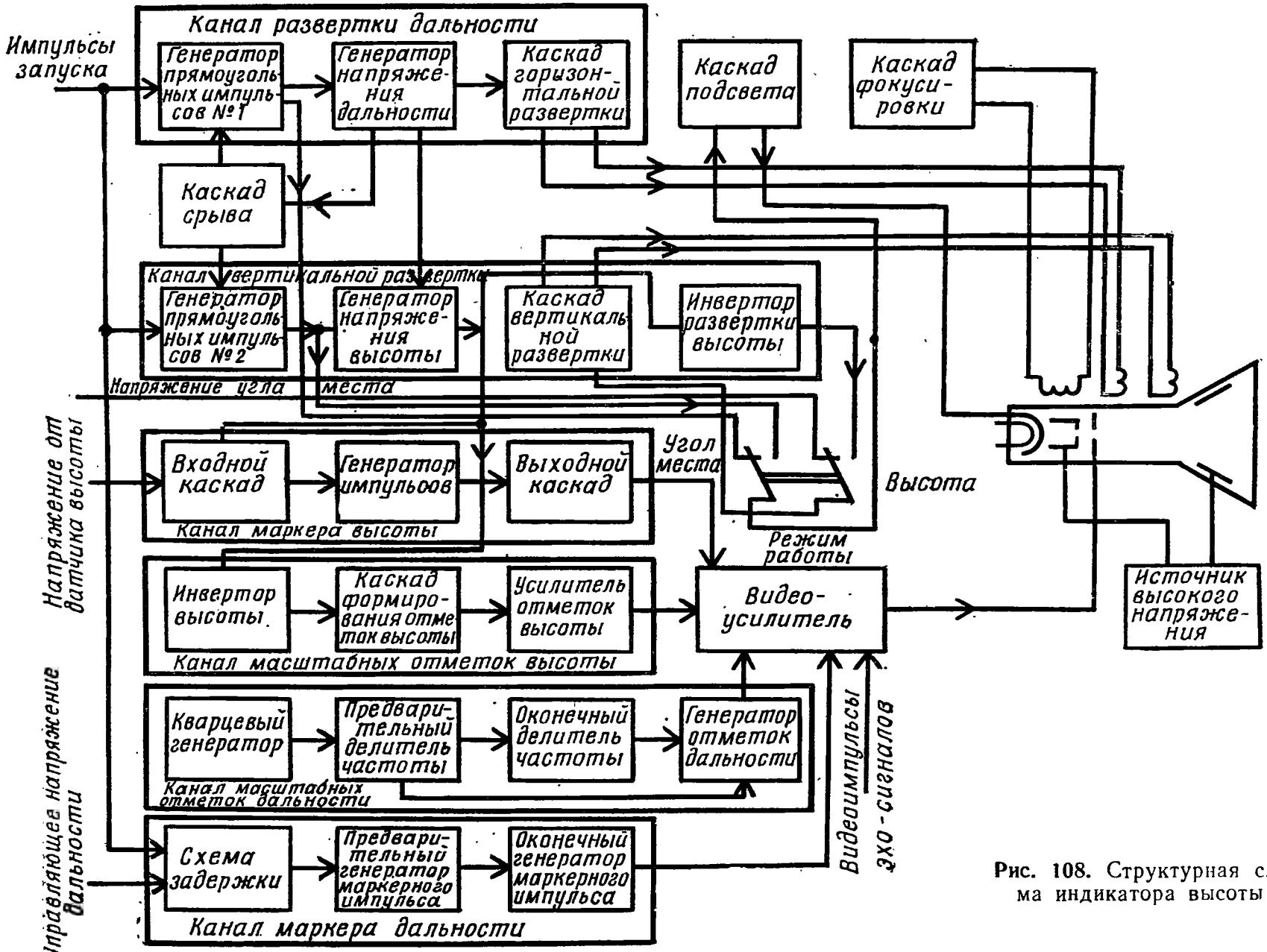


Рис. 108. Структурная схема индикатора высоты

Генератор прямоугольных импульсов № 2 управляется импульсами запуска и вырабатывает прямоугольные импульсы, которые поступают на генератор напряжения высоты и в режиме ДАЛЬНОСТЬ — ВЫСОТА на каскад подсвета. Напряжение с генератора напряжения высоты подается на инвертор развертки высоты, на инвертор высоты. Импульсы отметок высоты сформированные в каскаде формирования высоты, усиливаются в усилителе отметок высоты и подаются на видеоусилитель.

Синусоидальное напряжение кварцевого генератора синхронизирует предварительный каскад деления частоты, последний срабатывает от определенного числа синхронизирующих импульсов и формирует импульсы, которые используются для синхронизации оконечного каскада деления частоты и для формирования импульсов масштабных отметок, кратных меньшей дальности. Оконечный каскад деления частоты срабатывает от определенного числа синхронизирующих импульсов предварительного каскада деления частоты и формирует импульсы, которые используются для создания масштабных отметок, кратных большей дальности. В генераторе отметок дальности происходит формирование импульсов масштабных отметок дальности, которые затем поступают на видеоусилитель.

Оконечный генератор маркерного импульса вырабатывает импульс маркера дальности, который подается на видеоусилитель.

Импульсы масштабных отметок высоты и дальности, эхо-сигналов, маркеров высоты и дальности усиливаются в видеоусилителе. Суммарный сигнал поступает на модулятор электронно-лучевой трубки.

5.6.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей индикаторов высоты следует пользоваться Перечнем (табл. 26).

Таблица 26

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет изображения на экране индикатора; регулировка ЯРКОСТЬ не действует	Отсутствует высокое напряжение	Проверить источник высокого напряжения
	Неисправна электронно-лучевая трубка	Заменить электронно-лучевую трубку
На экране высвечивается только горизонтальная линия в нижней части экрана	Не работает канал вертикальной развертки	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя

Окончание табл. 26

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
На экране высвечивается только вертикальная линия, расположенная слева	Не работает канал развертки дальности	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
На экране высвечивается только одна точка	Не работают каналы развертки дальности и канал вертикальной развертки	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
Изображение на экране не фокусируется	Не работает каскад фокусировки	Заменить лампу каскада фокусировки и проверить регулировку ФОКУС
На экране не воспроизводятся отметки дистанции, эхо-сигналы и шумы	Не работает видеоусилитель	Заменить лампы каскада видеоусилителя
На экране индикатора нет маркера дальности	Неисправен канал маркера дальности	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
На экране индикатора не воспроизводится линия маркера высоты	Неисправен канал маркера высоты	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя

5.6.3. Проверяемые технические требования

После устранения неисправностей, связанных с заменой различных элементов схем, индикатор подлежит проверке по следующим техническим требованиям:

перемещение изображения на экране индикатора;

регулировка яркости и фокусировки изображения (аналогично п. 5.4.4);

установка маркера высоты на длину рабочей части экрана;

превышение яркости масштабных отметок, кратных большей высоте, над масштабными отметками, кратными меньшей высоте;

превышение яркости масштабных отметок, кратных большей дальности, над масштабными отметками, кратными меньшей дальности;

установка маркера дальности на длину рабочей части экрана (аналогично п. 5.4.4);

прохождение видеосигналов по каналу видеоусилителя (п. 5.2.4).

5.6.4. Методика проверки технических требований

Возможная схема проверки индикатора на рабочем месте (вне станции) приведена на рис. 109.

Генератор импульсов № 1 применяется для запуска канала развертки; генератор импульсов № 2 — для проверки видеока-

нала. Генератор импульсов № 2 должен быть синхронизирован импульсами генератора импульсов № 1.

Должно быть обеспечено **перемещение изображения** на экране индикатора по горизонтали и вертикали в пределах, указанных в ИЭ.

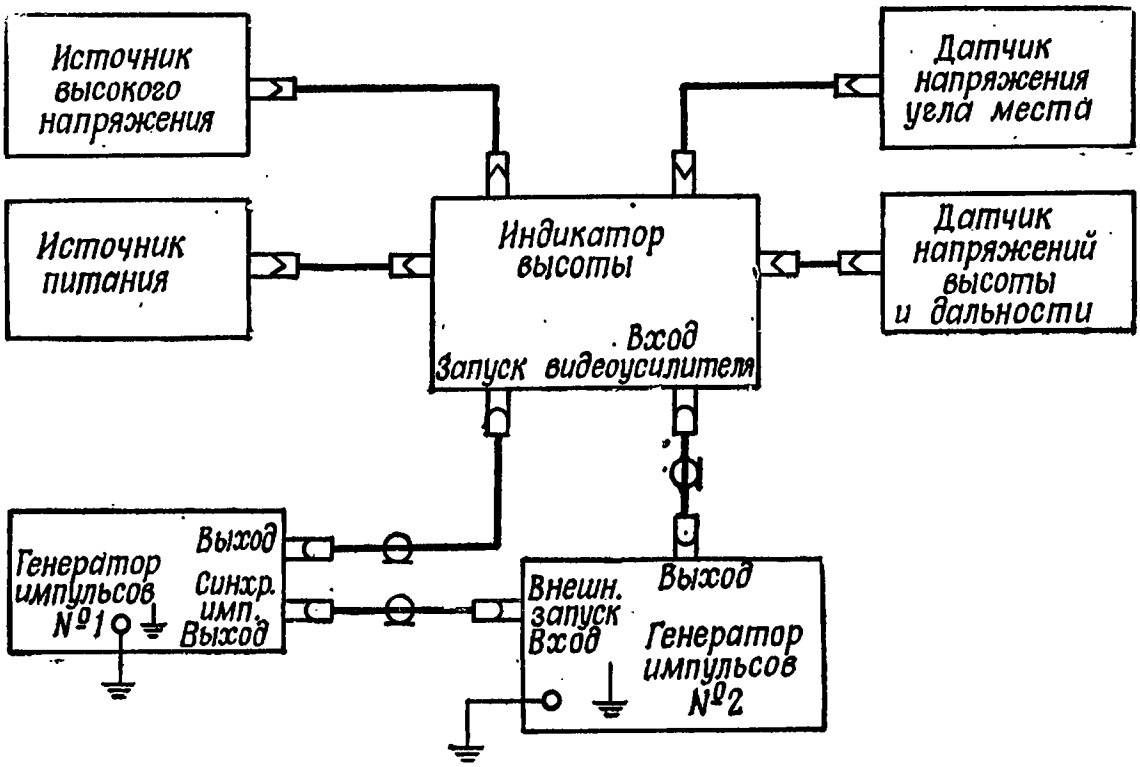


Рис. 109. Схема проверки индикатора высоты

Проверять визуально по экрану индикатора на всех масштабах, установив органы регулировок, изменяющих положение изображения на экране, в положение, необходимое для выполнения требования.

Если развертка и светящееся пятно на экране индикатора отсутствуют, следует проверить наличие питающих напряжений, подаваемых на электронно-лучевую трубку; при их наличии заменить трубку.

При наличии светящегося пятна на экране индикатора требуется проверить поступление импульса запуска, при его отсутствии проверить режимы работы каскадов, входящих в каналы развертки дальности и вертикальной развертки (рис. 108).

В том случае, когда изображение не изменяется по вертикали, требуется проверить режим работы каскада вертикальной развертки. Если изображение не изменяется по горизонтали, требуется проверить режим работы каскада развертки дальности.

Должна быть обеспечена **возможность установки маркера** высоты на длину рабочей части экрана по высоте в обоих режимах работы индикатора.

Проверять визуально по экрану индикатора при вращении органа регулировки положения маркера в обоих режимах работы индикатора.

Если маркер высоты на экране индикатора отсутствует, последовательно проверить наличие импульса маркера на выходе канала маркера высоты (рис. 108), напряжений высоты на входе

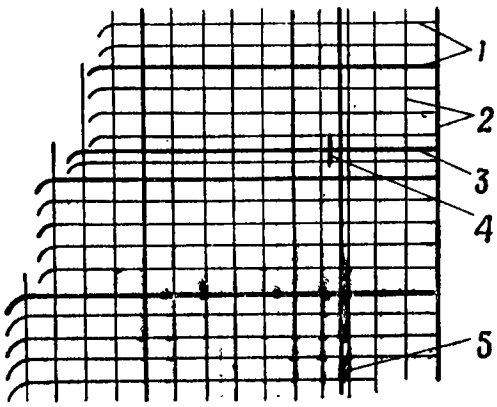


Рис. 110. Вид экрана индикатора высоты, работающего в режиме ДАЛЬНОСТЬ — ВЫСОТА:

1 — масштабные линии высоты; *2* — масштабные линии дальности; *3* — линия маркера высоты; *4* — эхо-сигнал; *5* — линия маркера дальности

канала маркера высоты. При наличии этих напряжений и при отсутствии импульса маркера проверить последовательно режимы работы каскадов, входящих в канал.

Если канал маркера высоты исправен, следует проверить видеоусилитель по методике, изложенной в п. 5.2.4.

В том случае, когда маркер не перемещается, следует проверить орган регулировки положения маркера и режим работы входного каскада этого канала.

На экране индикатора должны быть **масштабные отметки высоты:**

а) в режиме ДАЛЬНОСТЬ — ВЫСОТА — в виде горизонтальных линий;

б) в режиме ДАЛЬНОСТЬ — УГОЛ МЕСТА — в виде гипербол.

Масштабные отметки, кратные большей дальности (например, пятикилометровые), должны быть ярче масштабных отметок, кратных меньшей дальности (например, однокилометровые).

Проверять визуально по экрану индикатора в обоих режимах работы.

Примерные виды экрана индикатора в режимах работы ДАЛЬНОСТЬ — ВЫСОТА и ДАЛЬНОСТЬ — УГОЛ МЕСТА приведены на рис. 110 и 111 соответственно.

Если масштабных отметок на экране индикатора нет, проверить их наличие на выходе канала масштабных отметок высоты (рис. 108), в случае отсутствия проверить режим работы инвертора высоты, каскада формирования отметок высоты, усилителя отметок высоты.

При наличии масштабных отметок на выходе канала следует проверить режим работы видеоусилителя по методике, изложенной в п. 5.2.4.

Если яркость масштабных отметок не удовлетворяет требованию, необходимо проверить элементы, влияющие на амплитуду импульсов масштабных отметок.

На экране индикатора должны быть **масштабные отметки дальности** в виде вертикальных линий, менее яркие отметки меньшей дальности (например, 10-километровые) и более яркие отметки большей дальности (например, 50-километровые).

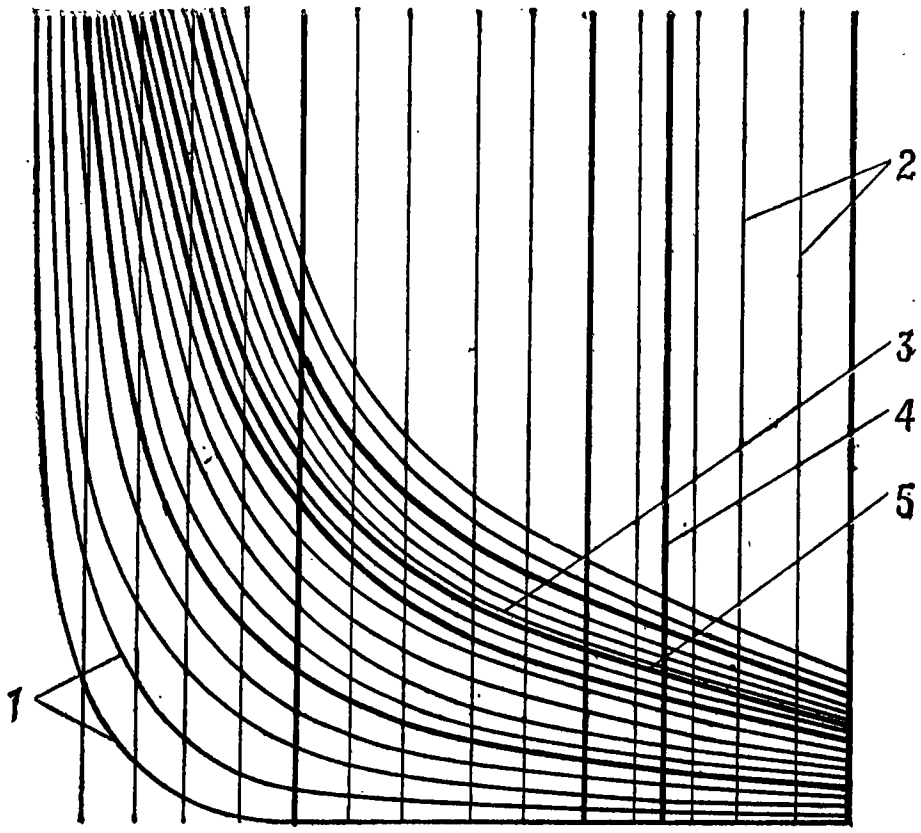


Рис. 111. Вид экрана индикатора высоты, работающего в режиме ДАЛЬНОСТЬ — УГОЛ МЕСТА:

1 — масштабные линии высоты; *2* — масштабные линии дальности; *3* — линия маркера высоты; *4* — эхо-сигнал; *5* — линия маркера дальности

Проверять визуально по экрану индикатора.

Примерный вид масштабных отметок приведен на рис. 110 и 111.

Если масштабных отметок на экране индикатора нет, следует проверить наличие импульсов масштабных отметок на выходе генератора отметок дальности (рис. 108), в случае их отсутствия проверить последовательно режим работы кварцевого генератора, предварительного и оконечного делителей частоты, генератора отметок дальности.

Если яркость масштабных отметок дальности не удовлетворяет требованию, следует установить органы регулировок, изменяющих амплитуду импульсов генератора отметок дальности, в положение, соответствующее требуемой яркости отметок.

В том случае, если с помощью регулировок требуемую яркость установить не удается, следует проверить режим работы генератора отметок дальности.

5.7. ИНДИКАТОР «ДАЛЬНОСТЬ — ДИРЕКЦИОННЫЙ УГОЛ» С СЕКТОРНЫМ РАСТРОМ

5.7.1. Общие сведения

Структурная схема индикатора «Дальность — дирекционный угол» с секторным растром приведена на рис. 112.

Индикатор состоит из следующих каналов:

канал развертки дальности;

канал дирекционной развертки;

канал меток целеуказания;

канал масштабных меток дальности;

канал эталонного синусоидального напряжения.

Генератор развертки дальности синхронизируется импульсами запуска и выдает напряжение развертки дальности на модулятор электронно-лучевой трубки.

На модуляторы канала дирекционной развертки подаются импульсы с генератора развертки дальности и модулирующие напряжения, имеющие формы синусоиды и косинусоиды. Промодулированные по амплитуде прямоугольные импульсы развертки дальности поступают на выходные усилители и создают в отклоняющих катушках токи, изменяющиеся по пилообразному закону.

Кварцевый генератор предназначен для получения высокостабильных синусоидальных колебаний. Эти колебания усиливаются в выходном каскаде и подаются на ограничители и импульсно-фазовый детектор.

Сформированные в ограничителе канала меток целеуказания из эталонного синусоидального напряжения прямоугольные импульсы запускают генератор калиброванных импульсов, напряжение которого поступает на каскады совпадения. В момент совпадения (по времени) селекторных импульсов и импульсов генератора калиброванных импульсов запускается генератор импульсов. Задержанные импульсы поступают на каскад формирования импульса ворот, который проходит на выходной каскад и далее на видеоусилитель лишь при совпадении по времени импульсов в каскаде совпадения.

Синусоидальное напряжение, вырабатываемое генератором синусоидальных колебаний, ограничивается в ограничителе и запускает генератор стробирующих импульсов и генератор синусоидальных колебаний. Фазы генерируемых генератором синусоидального напряжения импульсов и эталонного напряжения сравниваются между собой в импульсно-фазовом детекторе, который изменяет частоту генератора синусоидальных колебаний. Им-

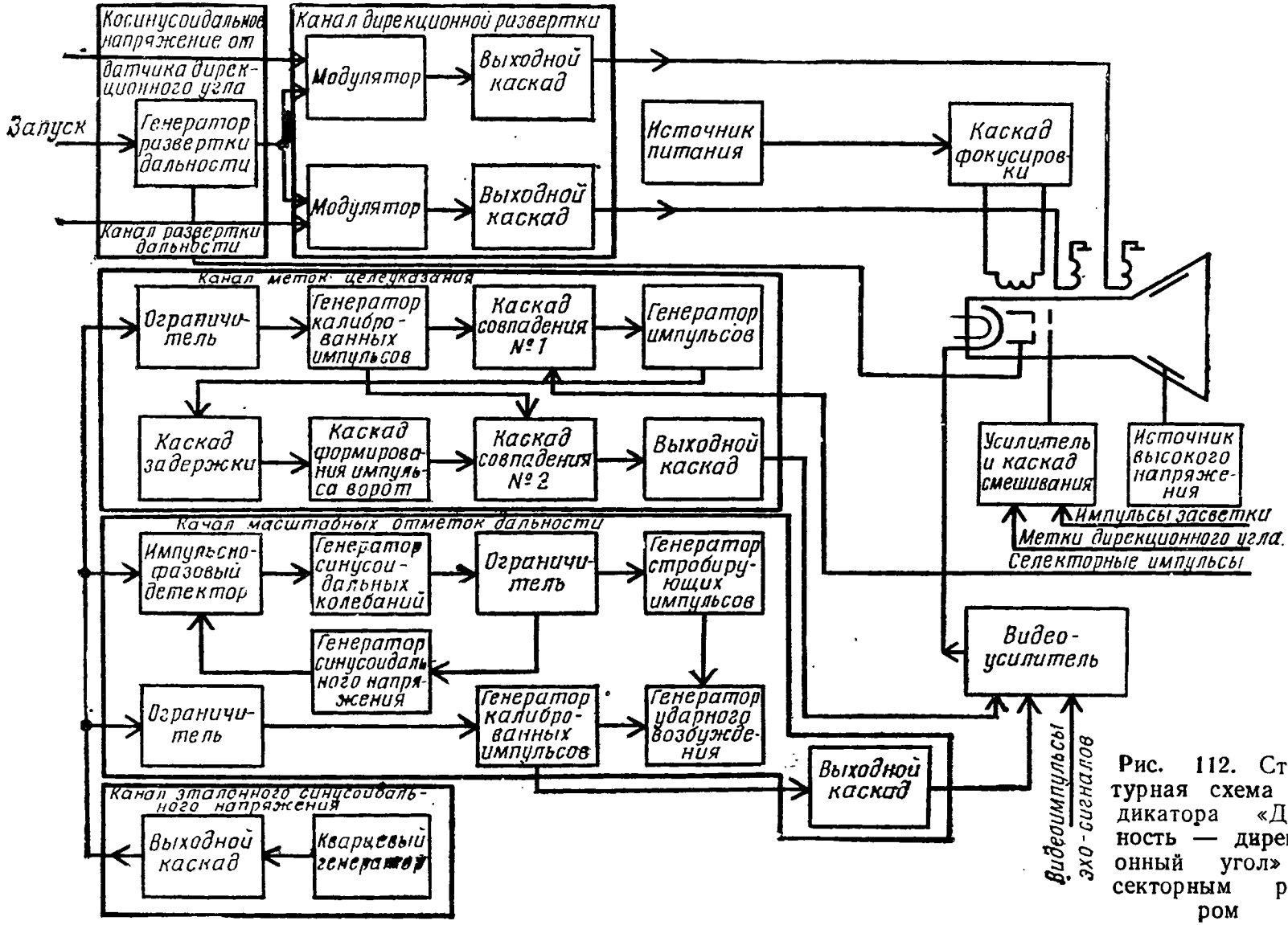


Рис. 112. Структурная схема индикатора «Дальность — дирекционный угол» с секторным растром

пульсы генератора стробирующих импульсов запускают генератор ударного возбуждения. Калиброванные импульсы с выхода генератора калиброванных импульсов усиливаются в выходном каскаде и поступают на видеоусилитель.

5.7.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей индикаторов «Дальность — дирекционный угол» с секторным растром следует пользоваться Перечнем (табл. 27).

Таблица 27

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет растра и светящегося пятна	Неисправна электронно-лучевая трубка	Заменить электронно-лучевую трубку
Нет растра. Наблюдается светящаяся точка	Не подаются запускающие импульсы	Проверить наличие импульсов запуска
	Не работает генератор развертки дальности	Заменить неисправные лампы
Растр на экране искажен	Отсутствует одно из напряжений разверток канала дирекционного угла	Заменить лампы модуляторов в канале дирекционной развертки
Растр несимметричен и смещен от вертикальной линии	Неисправны выходные каскады канала дирекционной развертки	Заменить лампы выходных каскадов
Отсутствуют на растре метки дальности	Неисправен канал масштабных отметок дальности	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
Отсутствуют на растре метки целеуказания	Неисправен канал меток целеуказания	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
На экране индикатора отсутствуют шумы	Неисправен видеоусилитель	Заменить лампу

5.7.3. Проверяемые технические требования

После устранения неисправностей, связанных с заменой различных элементов схем, индикатор подлежит проверке по следующим техническим требованиям:

величина центрального угла и длина секторного растра;

регулировка яркости и фокусировки изображения (аналогично п. 5.2.4);

число масштабных меток дальности;

перемещение метки целеуказания на длину рабочей части экрана;

нелинейность секторной развертки по дирекционному углу;
прохождение видеосигналов по каскаду видеоусилителя (п. 5.2.4).

5.7.4. Методика проверки технических требований

Возможная схема проверки индикатора на рабочем месте (вне станции) приведена на рис. 113.

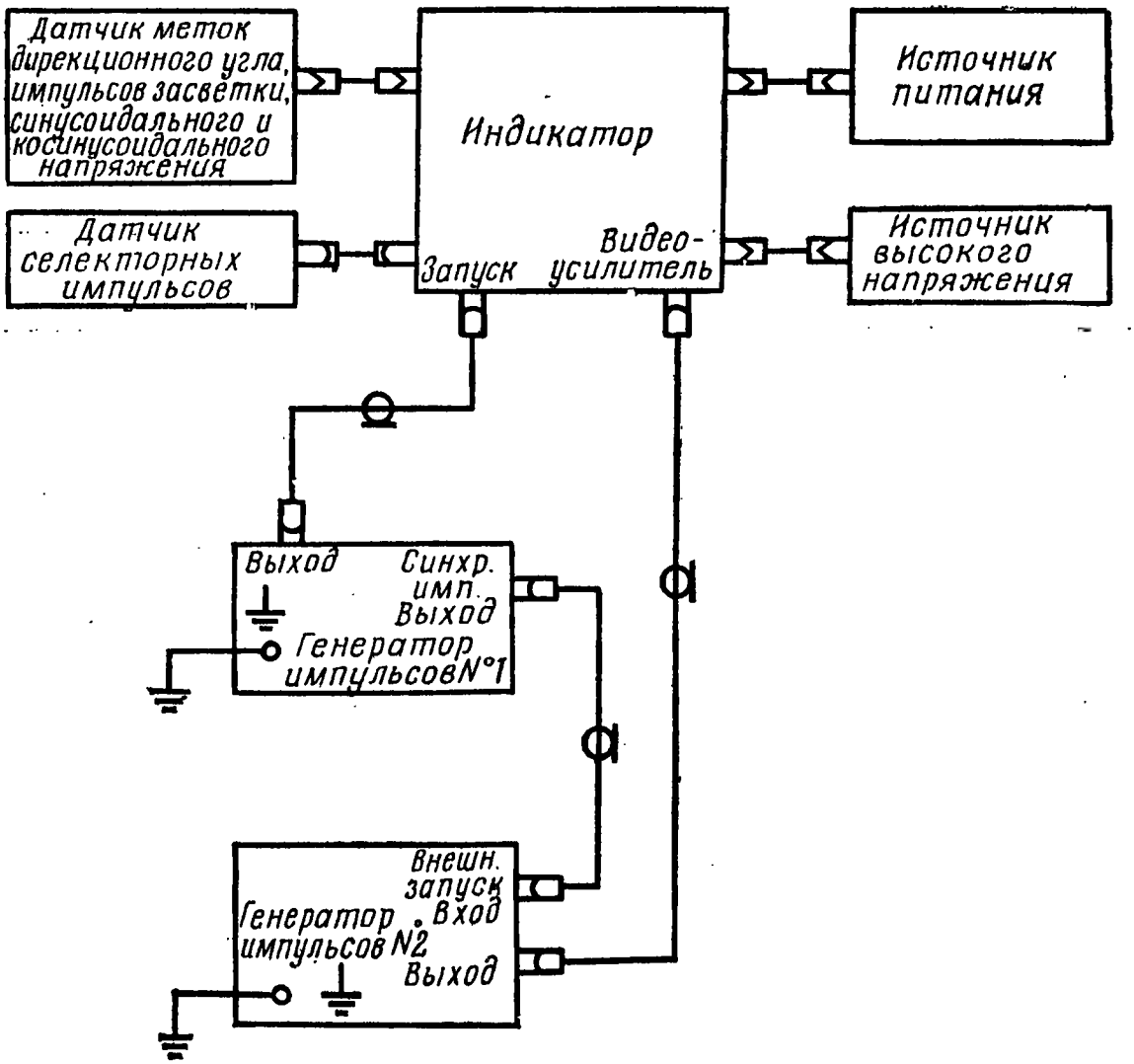


Рис. 113. Схема проверки индикатора «Дальность — дирекционный угол» с секторным растром

Генератор импульсов № 1 применяется для запуска канала развертки; генератор импульсов № 2 — для проверки видеоусилителя. Генератор импульсов № 2 должен быть синхронизирован импульсами генератора импульсов № 1.

Величина центрального угла и длина секторного растра на экране индикатора должны быть в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора. Примерный вид экрана индикатора приведен на рис. 114.

Если на экране индикатора нет растра и светящегося пятна (при наличии питающих напряжений), необходимо заменить электронно-лучевую трубку.

В случае когда на экране индикатора нет растра, но наблюдается светящееся пятно, проверить наличие запускающих импульсов на входе генератора развертки дальности (рис. 112); при их наличии проверить режим работы генератора развертки дальности.

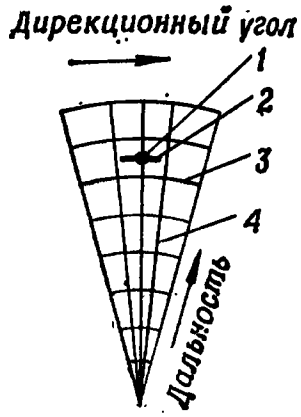


Рис. 114. Вид экрана индикатора «Дальность — дирекционный угол» с секторным растром:
1 — отметка цели; *2* — метка целеуказания; *3* — масштабная отметка дальности; *4* — масштабная отметка дирекционного угла

При искаженном растре проверить наличие косинусоидального и синусоидального напряжений на входе канала дирекционной развертки и режим работы модуляторов.

При несимметричном или смещенном по вертикали растре проверить режим работы выходных каскадов канала дирекционной развертки.

Если величина центрального угла и длина секторного растра не удовлетворяют требованию, следует установить органы регулировок, изменяющих угол и длину растра, в положение, необходимое для выполнения требования.

Число масштабных меток на экране индикатора должно быть в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора.

Если масштабные отметки отсутствуют, необходимо убедиться в наличии эталонного синусоидального напряжения на входе канала масштабных отметок дальности (рис. 110); при отсутствии этого напряжения проверить режим работы кварцевого генератора.

Если эталонное синусоидальное напряжение на входе канала есть, следует проверить наличие синусоидального напряжения на выходе генератора ударного возбуждения; при его отсутствии проверить последовательно режимы работы генератора ударного возбуждения, генератора стробирующих импульсов, ограничителя, генератора синусоидальных колебаний. Если синусоидальное напряжение на выходе генератора ударного возбуждения есть, необходимо проверить режимы работы генератора калиброванных импульсов и ограничителя.

Регулировку синусоидального напряжения на выходе генератора ударного возбуждения рассмотрим на примере схемы, приведенной на рис. 115. Форма напряжения на его выходе приве-

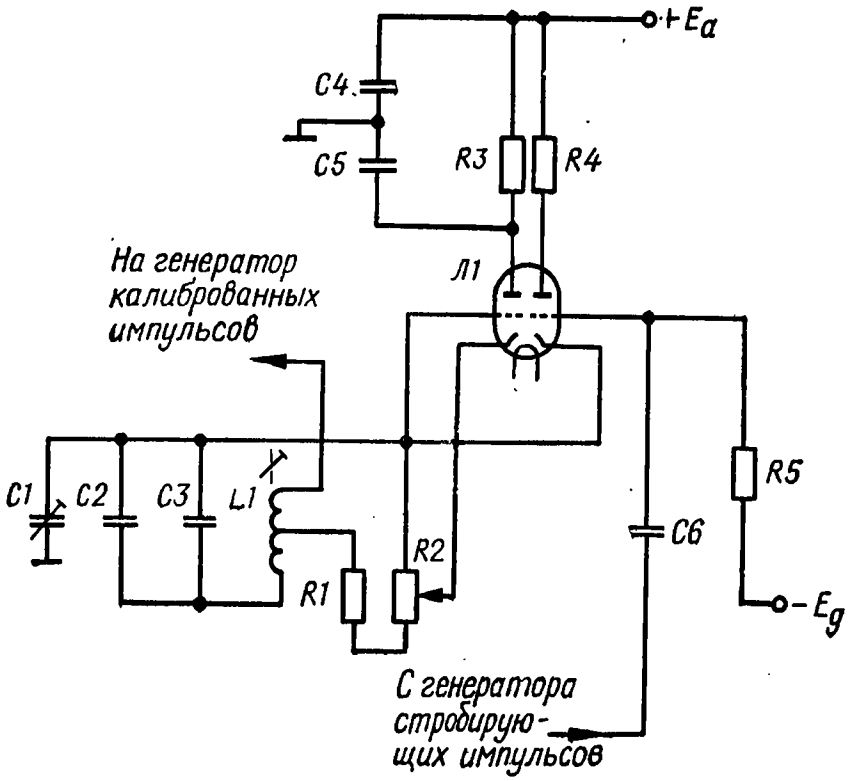


Рис. 115. Принципиальная электрическая схема генератора ударного возбуждения

дена на рис. 116. В том случае, если риски расположены не на вершине синусоиды, необходимо настроить контур ударного возбуждения, вращая сердечник катушки индуктивности L1. Если амплитуда синусоиды переменна, установить ее постоянной, вращая ось переменного резистора R2.

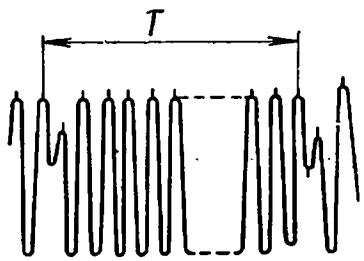


Рис. 116. Осциллограмма синусоидального напряжения

Должно быть обеспечено **перемещение метки целеуказания** по площади экрана индикатора.

Проверять визуально по экрану индикатора при вращении органа регулировки, изменяющей положение метки целеуказания.

Если отметки целеуказания на экране индикатора нет, следует **проверить наличие импульса отметки целеуказания на вы-**

ходе канала меток; при его отсутствии проверить режим работы каскадов, входящих в канал меток целеуказания.

Если метки целеуказания не перемещаются, следует проверить элементы схемы, влияющие на перемещение метки целеуказания по рабочей части экрана.

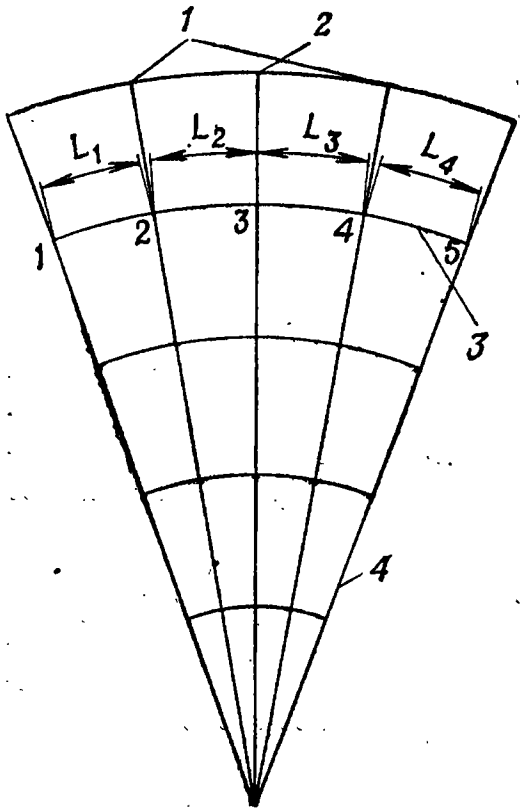


Рис. 117. Пример измерений расстояний $L_1 - L_4$ для определения нелинейности:
1 — крайние метки; *2* — средняя метка или биссектриса; *3* — последняя видимая отметка дальности; *4* — край сектора

Нелинейность секторной развертки по дирекционному углу должна быть в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора.

Нелинейность определять по формуле

$$H = \frac{2(l_1 - l_4)}{l_2 + l_3},$$

где l_1 — расстояние между первой отметкой дирекционного угла и краем сектора, мм;

l_2 — расстояние между первой и второй отметками дирекционного угла, мм;

l_3 — расстояние между предпоследней и последней отметками дирекционного угла, мм;

l_4 — расстояние между последней отметкой дирекционного угла и краем сектора, мм.

Расстояние измерять линейкой или бумагой с миллиметровыми делениями на последней отметке дальности. Пример измерения расстояний l_1—l_4 для индикатора, имеющего три дирекционные отметки, приведен на рис. 117.

В том случае, если требование не выполняется, следует проверить режим работы генератора развертки дальности.

5.8. ИНДИКАТОР «ДАЛЬНОСТЬ — ДИРЕКЦИОННЫЙ УГОЛ» С ПРЯМОУГОЛЬНЫМ РАСТРОМ

5.8.1. Общие сведения

Структурная схема индикатора «Дальность — дирекционный угол» с прямоугольным растром приведена на рис. 118.

Индикатор состоит из следующих каналов:

развертки дальности;

дирекционной развертки;

подсвечивающих импульсов;

масштабных меток дирекционного угла;

тормозящих импульсов;

масштабных отметок дальности, (п. 5.7.1);

эталонного синусоидального напряжения (п. 5.7.1).

Пусковые импульсы запускают генератор прямоугольных импульсов, напряжение которого усиливается в усилителе и выходном каскаде, преобразуется в напряжение трапецеидальной формы и поступает в отклоняющие катушки. Демпфер стабилизирует форму трапецеидального напряжения.

В канале дирекционной развертки усиливается поступающее на его вход напряжение и подается в отклоняющую катушку.

Импульсы масштабных меток дирекционного угла усиливаются в усилителе канала тормозящих импульсов и запускают генератор тормозящих импульсов, напряжение которого подается на усилитель канала дирекционной развертки.

Импульсы подсветки поступают на управляющий электрод электронно-лучевой трубки лишь при совпадении импульсов в каскаде совпадения канала подсвечивающих импульсов.

Проходя через формирующий каскад, импульсы масштабных меток дирекционного угла подаются на модулятор и далее поступают на управляющий электрод электронно-лучевой трубки.

5.8.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей индикаторов «Дальность — дирекционный угол» с прямоугольным растром следует пользоваться Перечнем (табл. 28).

5.8.3. Проверяемые технические требования

После устранения неисправностей, связанных с заменой различных элементов схем, индикатор подлежит проверке по следующим техническим требованиям:

перемещение растра по горизонтали и вертикали экрана индикатора;

регулировка яркости и фокусировки изображения (аналогично п. 5.4.4);

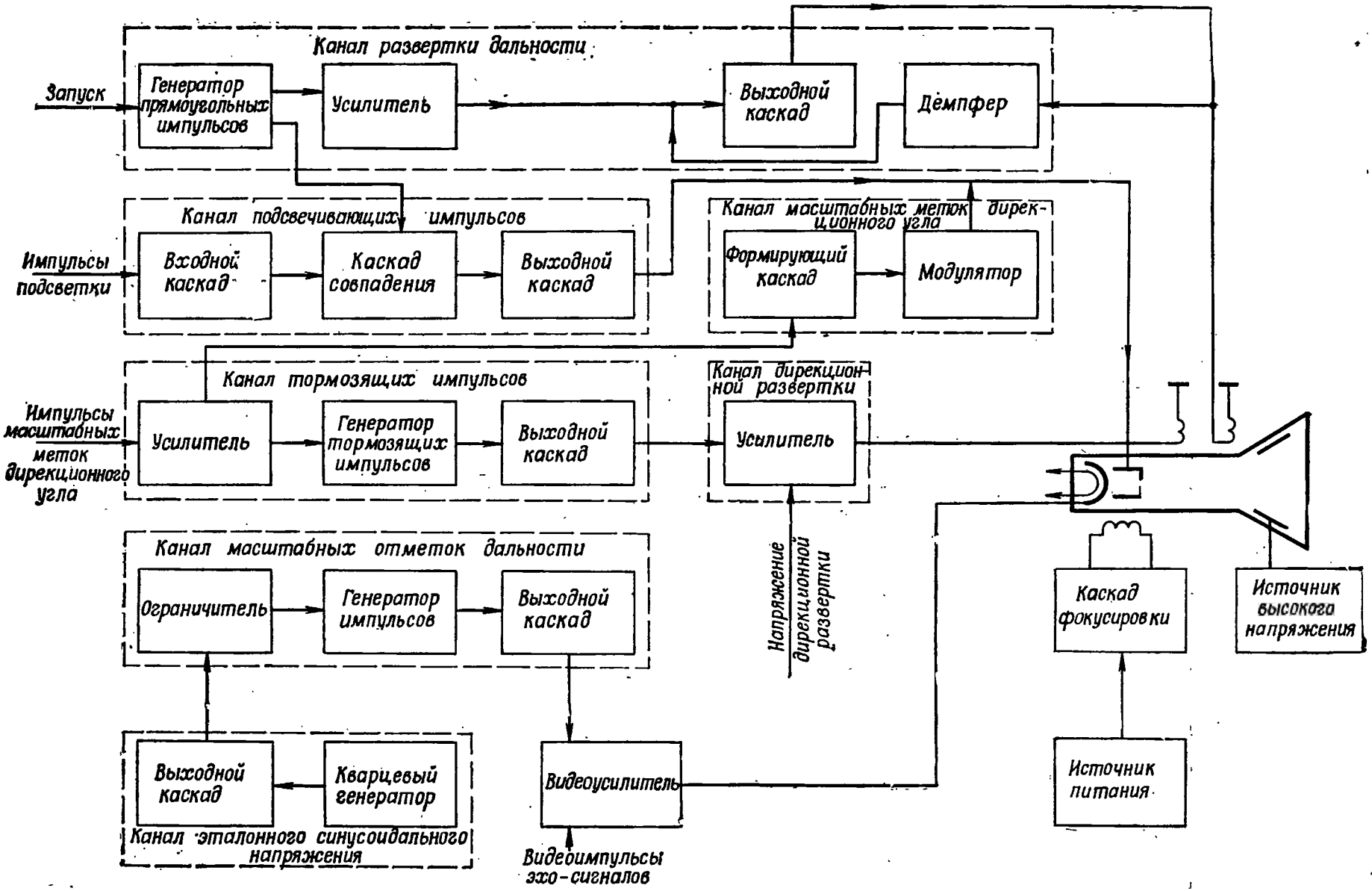


Рис. 118. Структурная схема индикатора «Дальность — дирекционный угол» с прямоугольным растром

Таблица 28

Перечень
наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет растра и светящегося пятна	Неисправна электронно-лучевая трубка	Заменить электронно-лучевую трубку
Нет растра. Наблюдается светящаяся точка	Неисправен канал развертки дальности	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
Отсутствует дирекционная развертка	Не работает усилитель канала дирекционной развертки	Заменить лампу
	Не поступает управляющее напряжение с датчика импульсов дирекционного угла	Проверить цепь управляющего (пилообразного) напряжения
Отсутствуют масштабные метки дирекционного угла	Неисправен модулятор или формирующий каскад в канале масштабных меток дирекционного угла	Заменить неисправные лампы
Отсутствуют масштабные метки дальности	Неисправны каскады канала эталонного синусоидального напряжения или канала масштабных отметок дальности	Заменить неисправные лампы
На растре отсутствуют шумы	Неисправен каскад видеоусилителя	Заменить лампу
На экране трубки индикатора наблюдается дрожание масштабных отметок дирекционного угла	Неисправен канал формирования тормозящих импульсов	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя

совпадение крайних масштабных меток с масштабной сеткой на экране индикатора;

нелинейность развертки по дальности;

прохождение видеосигналов по каскаду видеоусилителя (п. 5.2.4).

5.8.4. Методика проверки технических требований

Возможная схема проверки индикатора на рабочем месте (вне станции) приведена на рис. 119.

Генератор импульсов № 1 применяется для запуска канала развертки; генератор импульсов № 2 — для проверки видеоусилителя. Генератор импульсов № 2 должен быть синхронизирован импульсами генератора импульсов № 2.

Должно быть обеспечено перемещение растра по горизонтали и вертикали экрана индикатора в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора при вращении органов регулировки перемещения растра.

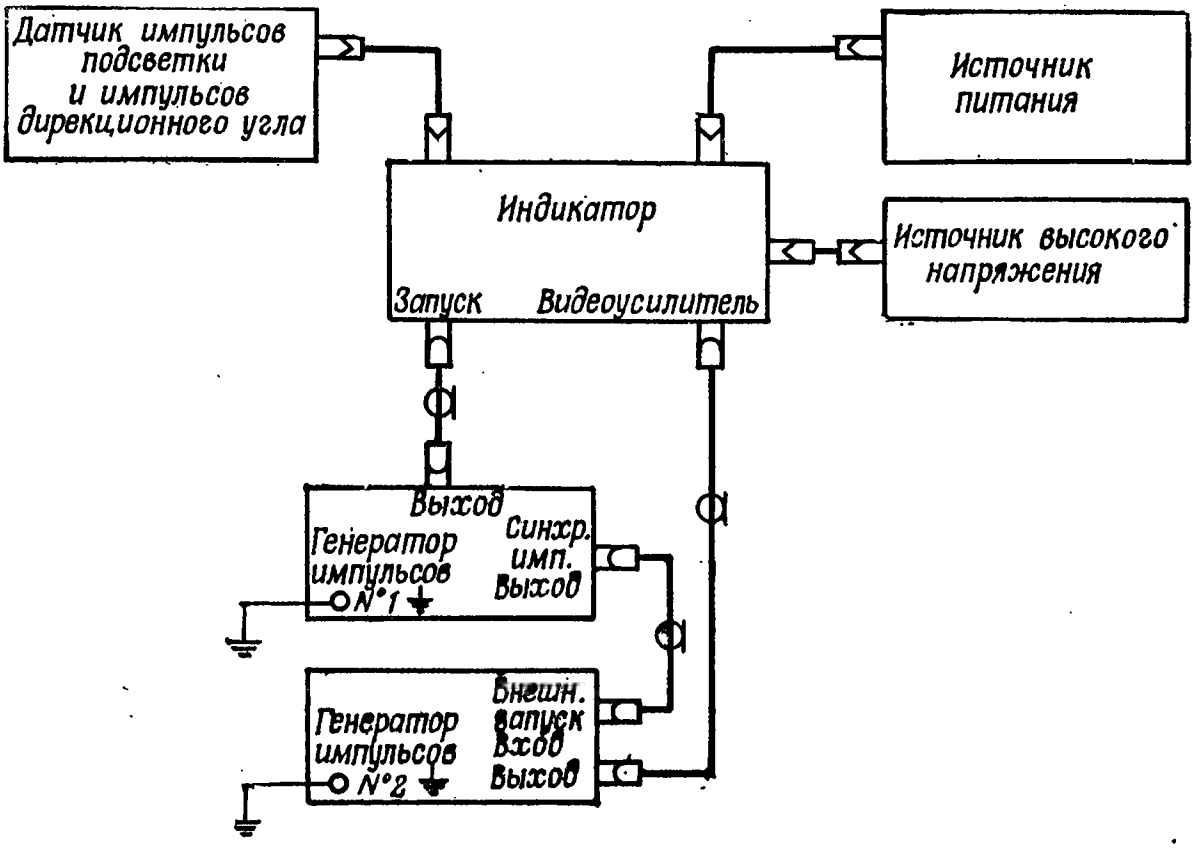


Рис. 119. Схема проверки индикатора «Дальность — дирекционный угол» с прямоугольным растром

Примерный вид растра на экране индикатора показан на рис. 120.

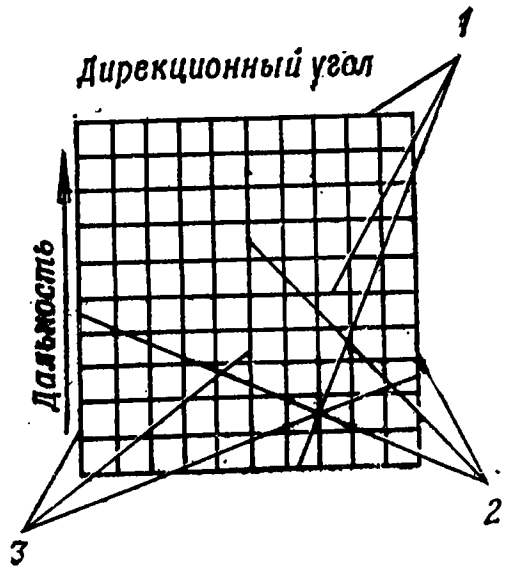


Рис. 120. Вид экрана индикатора «Дальность — дирекционный угол» с прямоугольным растром:

1 — масштабные отметки дальности; *2* — масштабные отметки дирекционного угла; *3* — масштабная сетка

Перемещение растра на экране индикатора зависит от величины постоянного тока, протекающего в отклоняющих катушках. Если растр не перемещается по горизонтали экрана, следует про-

верить элементы цепи подачи постоянного тока в строчные отклоняющие катушки, а также регулировки, позволяющие изменять величину этого тока.

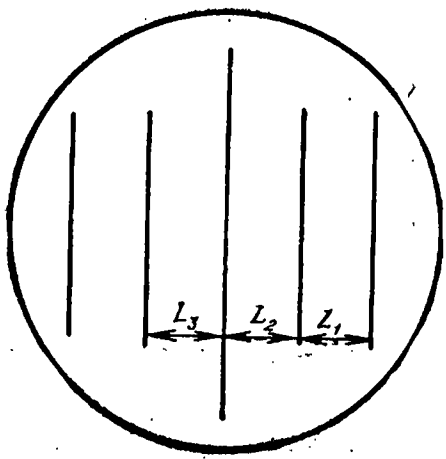


Рис. 121. Пример измерения расстояний $L_1 - L_3$ для определения нелинейности

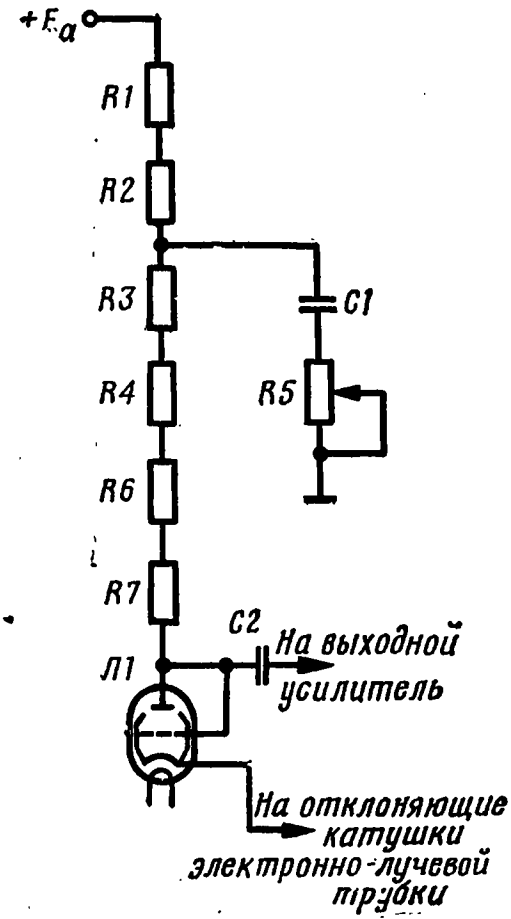


Рис. 122. Принципиальная электрическая схема усилителя

В том случае, когда растр не перемещается по вертикали, следует проверить элементы цепи подачи постоянного тока в кадровые отклоняющие катушки, а также регулировки, позволяющие изменять величину этого тока.

Крайние масштабные метки растра должны совпадать с масштабной сеткой на экране индикатора.

Проверять визуально по экрану индикатора.

При несовпадении следует, вращая регулировки изменения длины и ширины растра, отрегулировать положение растра.

На длину и ширину растра влияет амплитуда пилообразных напряжений, поступающих на отклоняющую систему с каналов развертки дальности и дирекционной развертки соответственно (рис. 118). Если требование не выполняется, проверить режим работы каскадов канала развертки дальности или усилителя канала дирекционной развертки.

Нелинейность развертки по дальности должна быть в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора.

Нелинейность определять по формуле

$$H = \frac{l_1 - l_2}{l_3} 100\%,$$

где l_1 — расстояние между первой и второй отметками дальности, мм;

l_2 — расстояние между второй и третьей отметками дальности, мм;

l_3 — расстояние между предпоследней и последней отметками дальности, мм.

Расстояние измерять линейкой или бумагой с миллиметровыми делениями. Пример измерения расстояний $l_1 - l_3$ для индикатора, имеющего пять отметок дальности, приведен на рис. 121.

Расстояние между масштабными отметками дальности зависит от длительности фронта пилообразного напряжения, снимаемого с выхода канала развертки дальности.

На рис. 122 приведена схема усилителя, в котором формируется пилообразное напряжение. В данном случае длительность фронта пилообразного напряжения зависит от постоянной времени заряда конденсатора С1, определяемой величиной переменного резистора R5. При несоответствии линейности данным, указанным в ИЭ, необходимо проверить величины элементов, входящих в цепь заряда конденсатора С1, резисторов R1, R2, R5 и конденсатора С1.

5.9. ИНДИКАТОР С ЧАСТОТНОЙ РАЗВЕРТКОЙ

5.9.1. Общие сведения

Структурная схема индикатора с частотной разверткой (анализатора спектра) приведена на рис. 123.

В индикатор входят следующие каскады: смеситель, частотно-модулированный гетеродин, генератор пилообразного напряжения, усилитель промежуточной частоты, детектор, усилитель низкой частоты, электронно-лучевая трубка, калибратор частотных отметок.

Схема представляет собой приемное устройство с узкой полосой пропускания и осциллографическим индикатором выходного напряжения. Колебания, спектр которых исследуется, подаются на вход смесителя. Одновременно на него же подаются колебания от частотно-модулированного (ЧМ) гетеродина, частота которого изменяется синхронно с перемещением луча по экрану

электронно-лучевой трубки. Частота гетеродина, изменяющаяся в некоторых пределах относительно основной частоты сигнала, при смешивании с частотами исследуемого спектра создает промежуточные частоты.

Сигналы промежуточной частоты усиливаются узкополосным усилителем (УПЧ), детектируются и через усилитель низкой частоты подаются на пластины вертикального отклонения луча

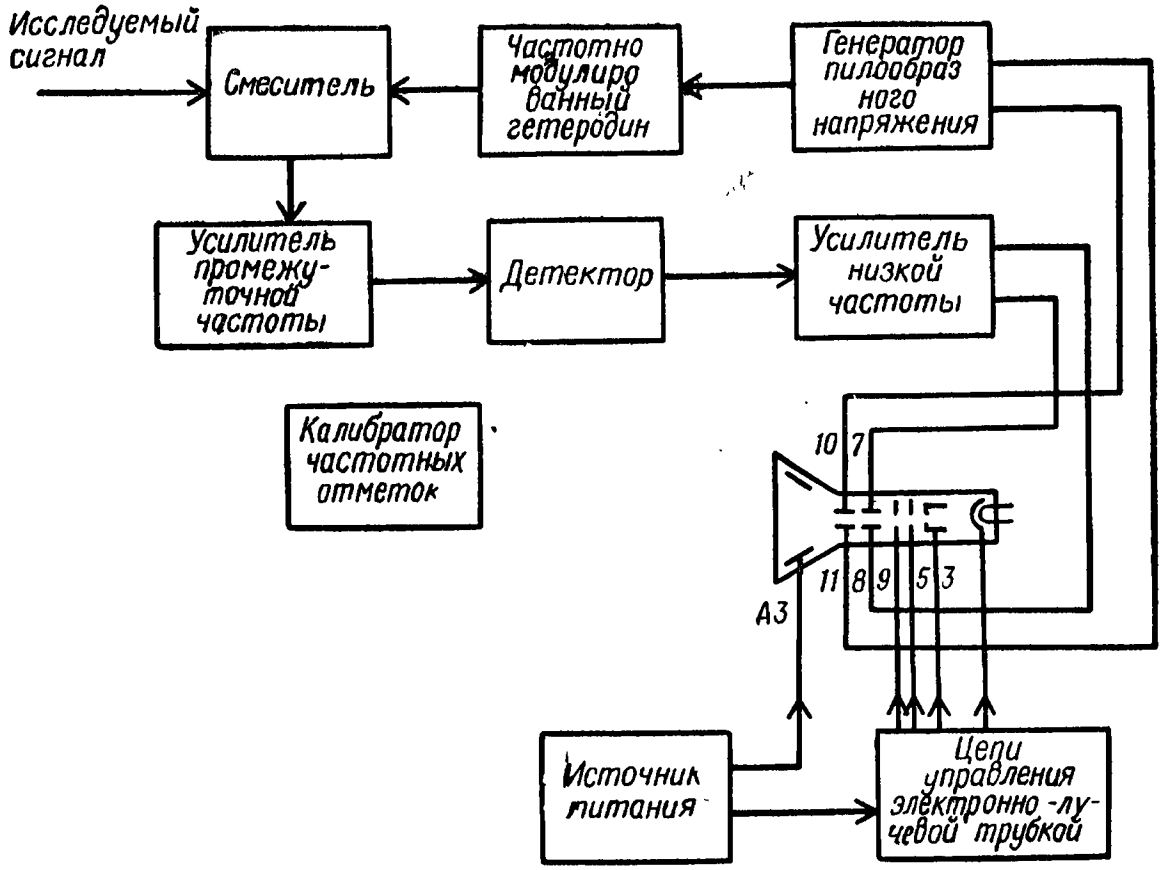


Рис. 123. Структурная схема индикатора с частотной разверткой

электронно-лучевой трубки. Следовательно, изменение частоты ЧМ гетеродина в диапазоне, равном ширине полосы пропускания УПЧ, позволяет последовательно принимать сигналы, частоты которых находятся в пределах этой полосы пропускания.

5.9.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей индикаторов с частотной разверткой следует пользоваться Перечнем (табл. 29).

Таблица 29

Перечень
наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Отсутствует развертка на экране электронно-лучевой трубки	Отсутствует высокое напряжение	Проверить цепь высокого напряжения
	Неисправна электронно-лучевая трубка	Заменить электронно-лучевую трубку
На экране электронно-лучевой трубки нет линии развертки, наблюдается светящаяся точка	Неисправен генератор пилообразного напряжения	Заменить лампу
Нет центровки или плохо работает центровка луча на экране трубки	Неисправен усилитель низкой частоты	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
Отсутствуют калибрационные метки частоты	Неисправен калибратор частотных отметок	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя.
		Заменить кварцевый резонатор
Отсутствуют калибрационные метки по амплитуде	Неисправен генератор модуляционной частоты	Заменить лампу.
		Заменить кварцевые резонаторы
Нет подсветки импульсного сигнала	Неисправен каскад подсветки	Заменить лампу

5.9.3. Проверяемые технические требования

После устранения неисправностей, связанных с заменой различных элементов схем, индикатор подлежит проверке по следующим техническим требованиям:

регулировка яркости и фокусировки развертки;
горизонтальная и вертикальная центровка линии развертки;
чувствительность анализатора спектра;
неравномерность амплитудно-частотной характеристики;
диапазон обзора.

5.9.4. Методика проверки технических требований

Возможная схема проверки индикатора (анализатора спектра) на рабочем месте (вне станции) изображена на рис. 124.

Вращение ручек ЯРКОСТЬ и ФОКУС должно обеспечивать нормальную яркость и фокусировку изображения луча на экране индикатора.

Вращение ручки ЯРКОСТЬ должно обеспечивать пределы изменения яркости от полного гашения луча до яркости луча без ореола.

Проверять в следующем порядке:

вращением ручек горизонтальной и вертикальной центровки добиться появления изображения луча на экране индикатора;

вращением ручек ЯРКОСТЬ и ФОКУС добиться четкого изображения луча на экране индикатора;

вращением ручки ЯРКОСТЬ проверить пределы изменения яркости.

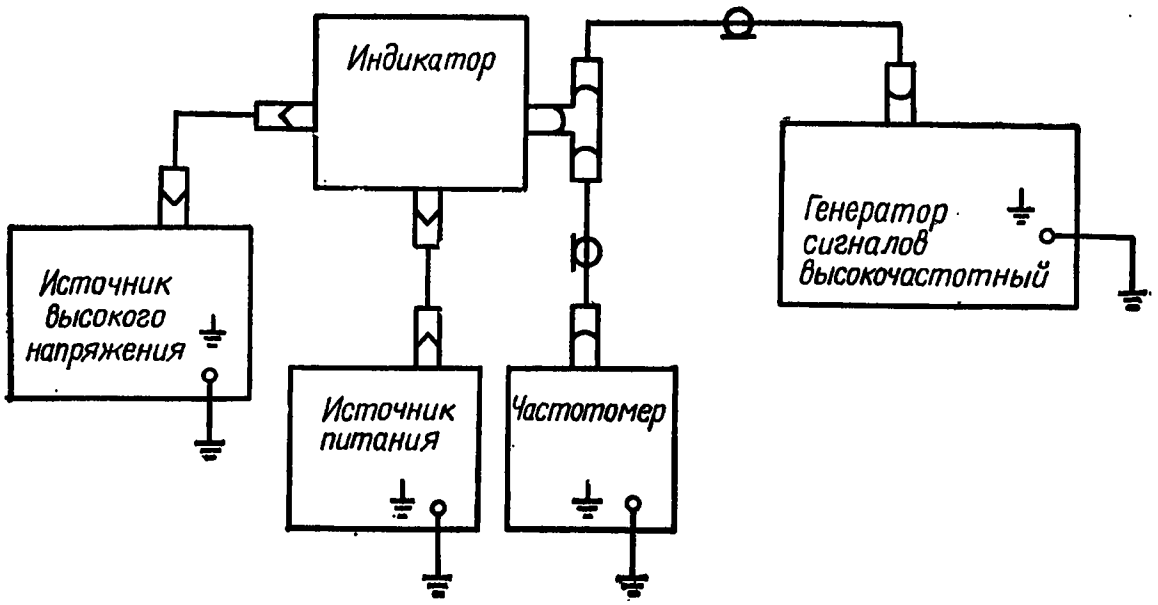


Рис. 124. Схема проверки индикатора с частотной разверткой

Перемещение изображения на экране индикатора по горизонтали и вертикали должно быть в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять линейкой или миллиметровой бумагой при вращении осей переменных резисторов, регулирующих перемещение развертки по вертикали и горизонтали.

Чувствительность анализатора спектра должна соответствовать величине, указанной в ИЭ или формуляре.

Проверять в следующем порядке:

подать от высокочастотного генератора сигналов на входной разъем напряжение с частотой, соответствующей включенному поддиапазону;

установить на выходе высокочастотного генератора сигналов напряжение, обеспечивающее амплитуду сигнала на экране индикатора, указанную в ИЭ;

по значению выходного напряжения высокочастотного генератора сигналов определить чувствительность;

аналогично определить чувствительность при всех положениях переключателя поддиапазонов.

Если чувствительность хуже требуемой величины, добиться необходимой чувствительности вращением сердечников катушек в анодных контурах усилителей промежуточной частоты или заменить лампы каскадов УПЧ.

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики анализатора спектра должна соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

подать от высокочастотного генератора сигналов на входной разъем напряжение частотой, соответствующей включенному поддиапазону;

установить на выходе высокочастотного генератора сигналов напряжение, обеспечивающее амплитуду сигнала $U_{наиб}$ на экране индикатора, указанную в ИЭ;

измерить линейкой или миллиметровой бумагой наименьший размах отметки сигнала $U_{наим}$ на экране индикатора АС при перестройке частоты высокочастотного генератора сигналов в пределах проверяемого поддиапазона;

определить неравномерность амплитудно-частотной характеристики по формуле

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{U_{наиб} - U_{наим}}{U_{найб} + U_{наим}} 100\%;$$

аналогично определить неравномерность амплитудно-частотной характеристики при всех положениях переключателя поддиапазонов.

Если неравномерность амплитудно-частотной характеристики выше требуемой, подстроить вращением сердечников катушек в анодных контурах каскадов УВЧ или заменить лампы каскадов УВЧ.

Диапазон обзора должен соответствовать указанному в ИЭ или формуляре.

Проверять в следующем порядке:

подать от высокочастотного генератора сигналов на входной разъем через переходник, обеспечивающий подключение частотомера, напряжение частотой, соответствующей средней частоте включенного поддиапазона;

установить на выходе высокочастотного генератора сигналов напряжение, обеспечивающее амплитуду сигнала на экране индикатора, указанную в ИЭ;

подключить к переходу частотомер;

изменяя частоту высокочастотного генератора сигналов, совместить отметку сигнала на экране индикатора с крайней левой калибрационной меткой на линии развертки индикатора;

измерить частотомером частоту f_1 высокочастотного генератора сигналов;

изменяя частоту высокочастотного генератора сигналов, совместить отметку сигнала на экране индикатора с крайней правой калибрационной меткой на линии развертки индикатора;

измерить частотомером частоту f_2 высокочастотного генератора сигналов;

определить диапазон обзора ΔF по формуле

$$\Delta F = f_1 - f_2;$$

аналогично определить диапазон обзора при всех положениях переключателя поддиапазонов.

Если не обеспечиваются требуемые диапазоны обзора, добиться их, вращая оси переменных резисторов в каскаде управления ЧМ гетеродином, или заменить лампы каскада ЧМ гетеродина.

6. СИСТЕМЫ ВТОРИЧНОГО ПИТАНИЯ (ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ)

6.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В настоящем разделе приведены сведения по ремонту выпрямителей и фильтров источников питания, электронных, полупроводниковых и феррорезонансных стабилизаторов, регуляторов и преобразователей напряжения.

При работе с источниками питания необходимо выполнять меры безопасности, установленные для работы с высокими напряжениями. Кроме того, при ремонте высоковольтных выпрямителей необходимо соблюдать следующие требования:

замену элементов монтажа выполнять только после отключения напряжения питания и разряда высоковольтных конденсаторов;

замену высоковольтных цепей монтажа выполнять, соблюдая расположение элементов и монтажа аналогично заменяемым, не допуская временный навесной монтаж, не имеющий жесткого закрепления;

любое присоединение и отсоединение приборов и других элементов схемы, требующее разрыва цепи высокого напряжения, выполнять только после отключения напряжения питания и разряда высоковольтных конденсаторов фильтра выпрямителя. Конденсаторы следует разряжать через резистор сопротивлением, равным сопротивлению нагрузки; разряд конденсатора замыканием его выводов накоротко может привести к обгоранию или оплавлению контактов конденсатора и перегоранию выводов отдельных секций внутри конденсатора, вследствие чего емкость конденсатора может резко уменьшиться;

измерительные приборы подключать к высоковольтным цепям только высоковольтными проводами;

во время измерений не касаться измерительных приборов, цепей нагрузки и соединительных проводов.

Ремонт источников питания в общем случае рекомендуется выполнять в следующем порядке:

проверить исправность блокировок шкафов и крышек шасси; при внешнем осмотре блокировок убедиться, что контактные поверхности блокировок не имеют следов нагара и окислов; одновременно проверить исправность пружинящих контактов;

проверить систему охлаждения; система воздушного охлаждения должна обеспечивать приток воздуха к охлаждаемым элементам, что обеспечивается правильным направлением вращения лопастей вентиляторов;

убедиться, что встроенные приборы прошли контрольную поверку; если срок поверки истек, провести ее;

провести частичную разборку источника питания, минимально необходимую для выявления неисправного блока, субблока или узла. Последовательность разборки приведена в соответствующих разделах инструкции по эксплуатации изделия;

проверить внешним осмотром элементы составных частей источников питания, обратив особое внимание на высоковольтные цепи и элементы (изоляторы, шины, провода) и проверить целость монтажа; высоковольтные провода не должны иметь разрушений изоляции, поверхность изоляторов и контактов высоковольтных элементов не должна быть загрязнена. При проверке электронных и ионных приборов обратить внимание на исправность замков, крепящих эти приборы в рабочем положении;

проверить при необходимости электрические параметры элементов источников питания, а также сопротивление изоляции цепей (если имеются соответствующие указания в инструкции по эксплуатации изделия);

устранить обнаруженные неисправности, проверить и при необходимости отрегулировать технические параметры составных частей источников питания.

Проверку всех технических требований к источникам питания выполнять в случае замены части электрического монтажа и таких элементов, как трансформаторы, конденсаторы, управляющие лампы и транзисторы, разброс параметров которых оказывает существенное влияние на величину выходных характеристик источника питания.

Если в источнике питания устранялись мелкие неисправности (например, заменялись вентили, резисторы, сигнальные лампы, предохранители, провода, установочные детали и другие элементы схемы, не требующие особых условий для замены), полная проверка источника питания не требуется. В этом случае достаточно ограничиться тщательной проверкой замененных элементов и участков схемы, в которых устранялись неисправности.

При отыскании неисправностей в составных частях источников питания необходимо руководствоваться перечнями характерных неисправностей, приведенными в соответствующих подразделах настоящего раздела.

При проверке технических требований и регулировке источников питания применять измерительные приборы класса точности, указанного в соответствующих подразделах настоящего раздела, если нет особых указаний в инструкции по эксплуатации изделия.

6.2. ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

6.2.1. Общие указания

Выпрямительные устройства предназначены для получения напряжения постоянного тока из напряжения переменного тока. При этом параметры напряжения постоянного тока должны быть не хуже указанных в эксплуатационной документации. Исходя из назначения выпрямительные устройства, как правило, состоят из трансформатора, используемого для получения определенной величины переменного напряжения, и вентилей, обеспечивающих одностороннюю проводимость тока в цепи питания нагрузки.

Выпрямительные устройства классифицируются по величине выпрямленного напряжения, его стабильности, по типу вентиля и схеме выпрямителя.

Наиболее распространенными схемами выпрямителей являются:

однотактные схемы (однофазная однополупериодная схема, двухфазная двухполупериодная схема, трехфазная схема с нулевой точкой);

двухтактные схемы (однофазная мостиковая схема и трехфазная мостиковая схема — схема Ларионова);

схема с удвоением напряжения.

В настоящем подразделе приведены общие для всех перечисленных схем характерные неисправности и методы их устранения, общие технические параметры и их регулировка, а также некоторые особенности проверки отдельных параметров.

Указания по ремонту селеновых вентилей и выпрямительных столбов, трансформаторов и дросселей приведены в части 1 настоящего Общего руководства.

6.2.2. Характерные неисправности и методы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей выпрямительных устройств следует пользоваться Перечнем (табл. 30).

Таблица 30

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Перегорание предохранителя	Межэлектродное замыкание всех вентильных приборов	Заменить неисправные элементы

Окончание табл. 30

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
	Короткое замыкание обмоток трансформатора	Произвести перемотку трансформатора открытого исполнения. Заменить неисправный трансформатор
Отсутствует выходное напряжение выпрямителя	Неисправна цепь включения питающего напряжения (обрыв цепи, неисправен выключатель)	Восстановить контакт пайкой, заменить неисправный выключатель
	Обрыв обмотки трансформатора	Заменить неисправный трансформатор или устранить обрыв обмотки
	Отсутствует контакт в выпрямительных элементах, вышел из строя выпрямительный элемент	Восстановить контакт пайкой или заменить неисправный выпрямительный элемент
Большие пульсации выпрямленного напряжения с частотой, равной частоте питающей сети	Выход из строя одного из плеч выпрямительного моста или выпрямительного элемента в двухполупериодной схеме	Заменить неисправный элемент

6.2.3. Проверяемые технические требования

В выпрямительных устройствах проверке подлежат следующие технические требования:

величина выпрямленного напряжения;

пределы регулировки выпрямленного напряжения;

величина напряжения пульсации.

Величина указанных параметров должна соответствовать данным, приведенным в эксплуатационной документации.

6.2.4. Методика проверки технических требований

Величину выпрямленного напряжения проверять по схеме (рис. 125) в следующем порядке:

установить на входе выпрямительного устройства номинальное напряжение питания по прибору класса точности не хуже 2,5;

переменным резистором R6 установить номинальный ток нагрузки (если источник питания проверяется в составе изделия, номинальный ток нагрузки обеспечивается при работе блоков, которые питаются от данного источника; если источник питания имеет несколько выпрямителей, работающих от одного силового трансформатора, все выпрямители должны быть нагружены но-

минальным током. Схема (рис. 125) составлена для случая трех выпрямителей, работающих от одного силового трансформатора);

измерить выпрямленное напряжение на нагрузке вольтметром постоянного тока класса точности не хуже 1,5.

Пределы регулировки выпрямленного напряжения проверять по схеме (рис. 125) совместно с проверкой величины выпрямленного напряжения. Напряжение измерять при крайних положе-

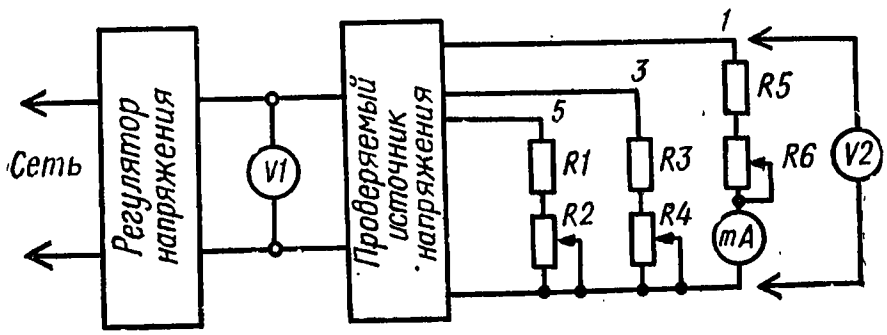


Рис. 125. Схема для измерения выпрямленного напряжения и тока нагрузки:

V1 — вольтметр переменного тока класса точности не хуже 2,5;
V2 — вольтметр постоянного тока класса точности не хуже 1,5;
mA — миллиамперметр постоянного тока

ниях регулировки, имеющейся в блоке, при номинальном напряжении питания и номинальном токе нагрузки.

Методика проверки величины напряжения пульсации приведена в п. 6.3.4.

6.3. ЭЛЕКТРОННЫЕ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

6.3.1. Общие указания

Стабилизаторы напряжения предназначены для обеспечения постоянства напряжения на входе потребителей при изменении сопротивления нагрузки и напряжения питания в известных пределах, а также для резкого снижения пульсации выходного напряжения.

В зависимости от применяемого метода стабилизации стабилизаторы напряжения делятся на два основных типа: параметрические стабилизаторы и компенсационные стабилизаторы напряжения.

Электронные и полупроводниковые стабилизаторы напряжения, рассматриваемые в настоящем подразделе, относятся ко второму типу стабилизаторов и подразделяются, в свою очередь, на две основные группы: с последовательным или параллельным регулирующим элементом (электронной лампой или транзистором).

На рис. 126—131 приведены варианты схем электронных и полупроводниковых стабилизаторов напряжений.

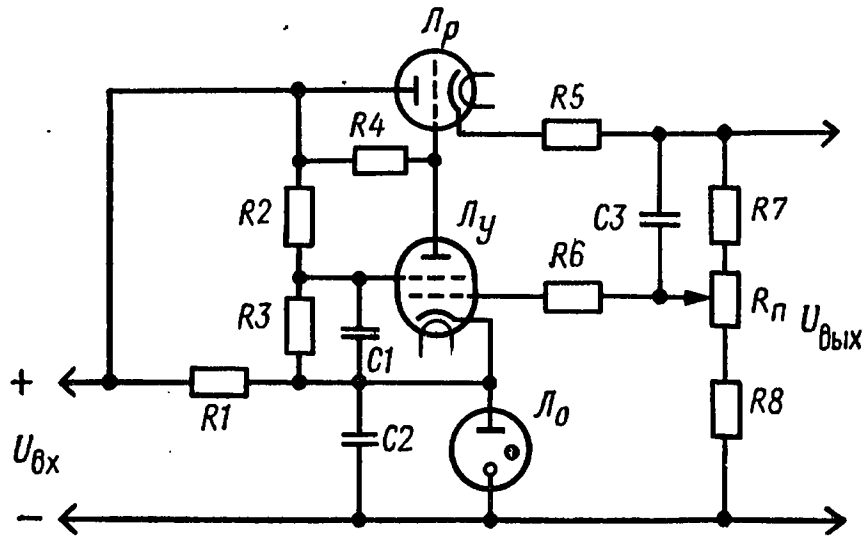


Рис. 126. Вариант схемы электронного стабилизатора напряжения

В настоящем подразделе приведены общие для этих схем стабилизаторов характерные неисправности и способы их устра-

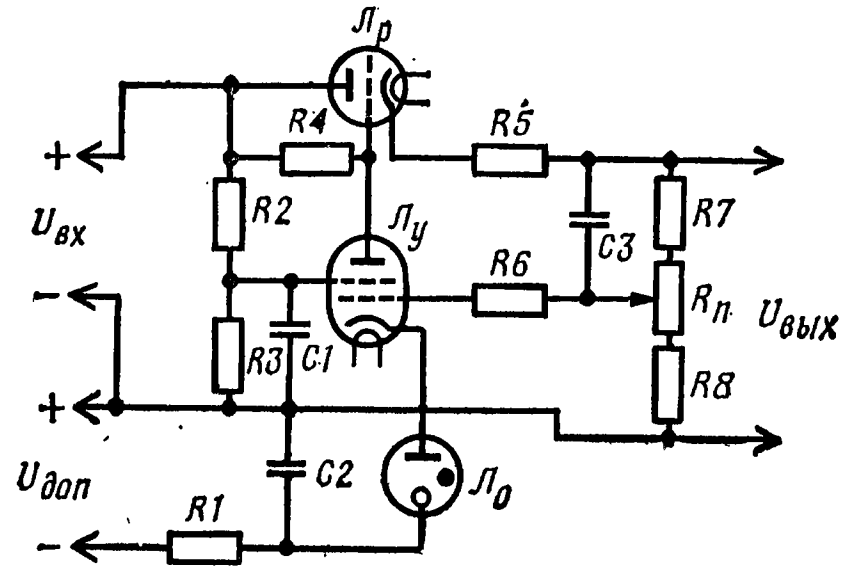


Рис. 127. Вариант схемы электронного стабилизатора напряжения

нения, основные технические параметры и их регулировка, а также методика и особенности проверки отдельных параметров.

Основными характеристиками стабильности выпрямленного напряжения на выходе стабилизатора являются:

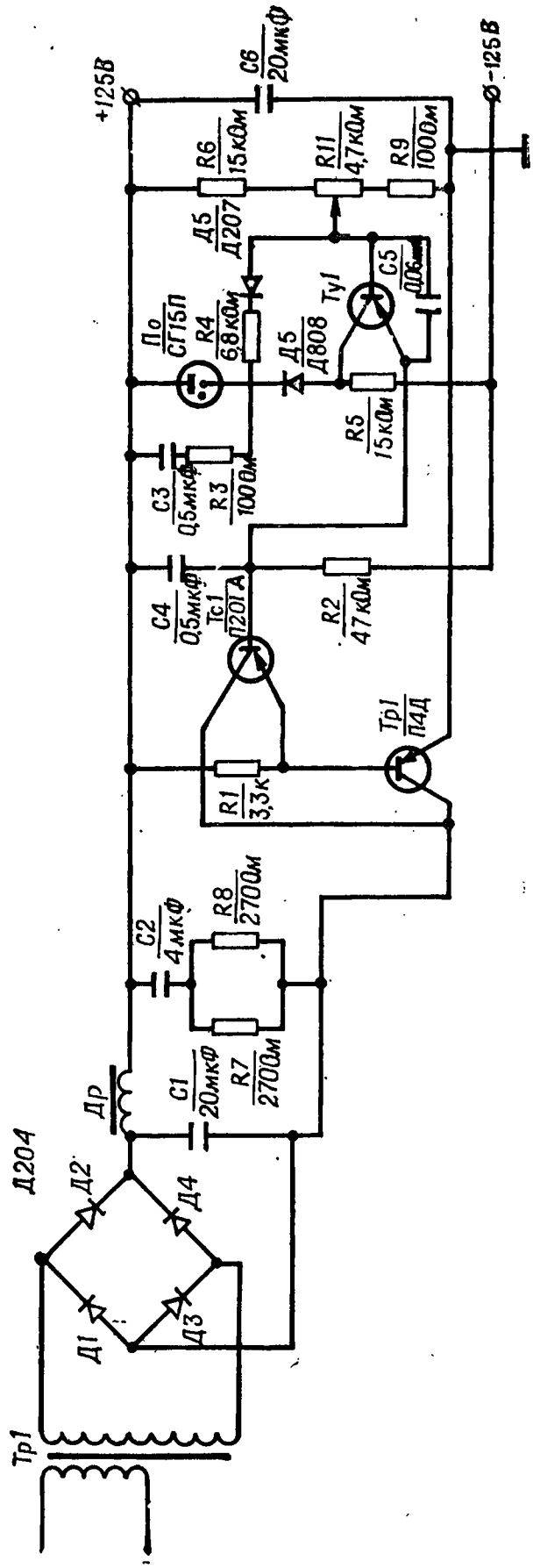


Рис. 128. Вариант схемы стабилизированного выпрямителя на —125 В

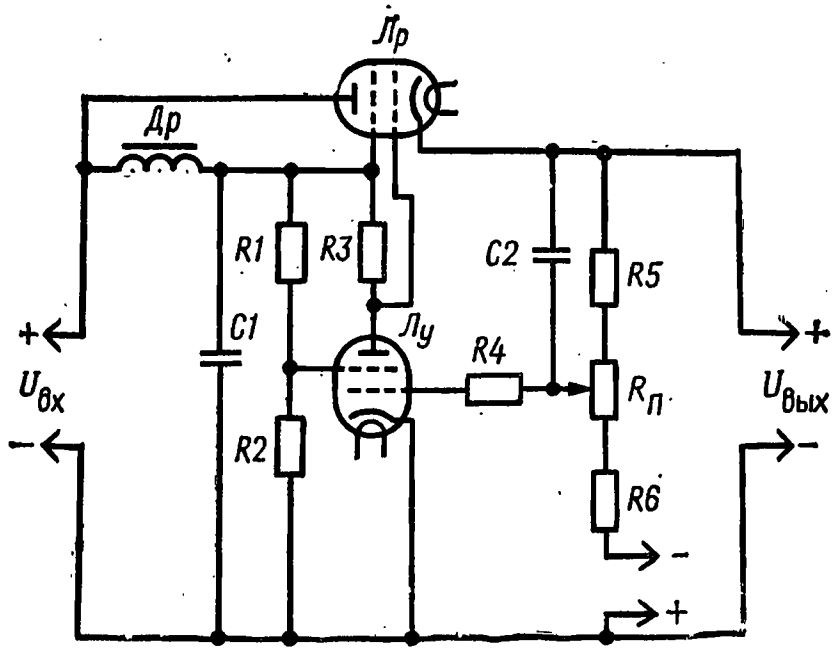


Рис. 129. Вариант схемы электронного стабилизатора напряжения

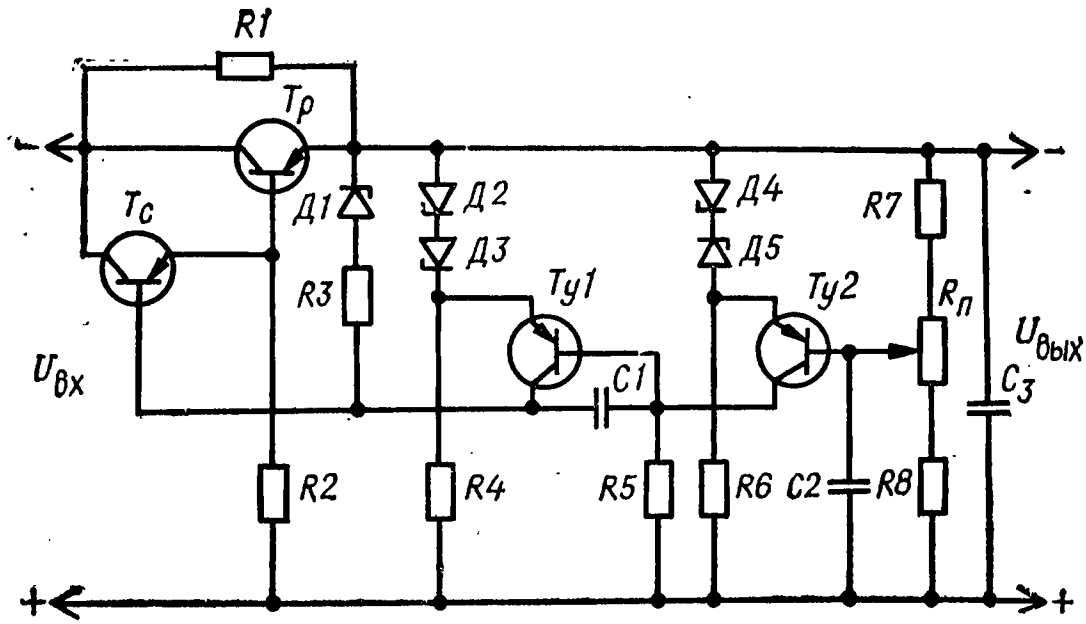


Рис. 130. Вариант схемы полупроводникового стабилизатора напряжения

а) коэффициент стабилизации напряжения

$$K_{ст} = \frac{\Delta X}{X} : \frac{\Delta U_{ст}}{U_{ст.\,ном}},$$

где ΔX — максимальное отклонение дестабилизирующего фактора (входного напряжения, тока нагрузки, частоты питающей сети) от его номинального значения;

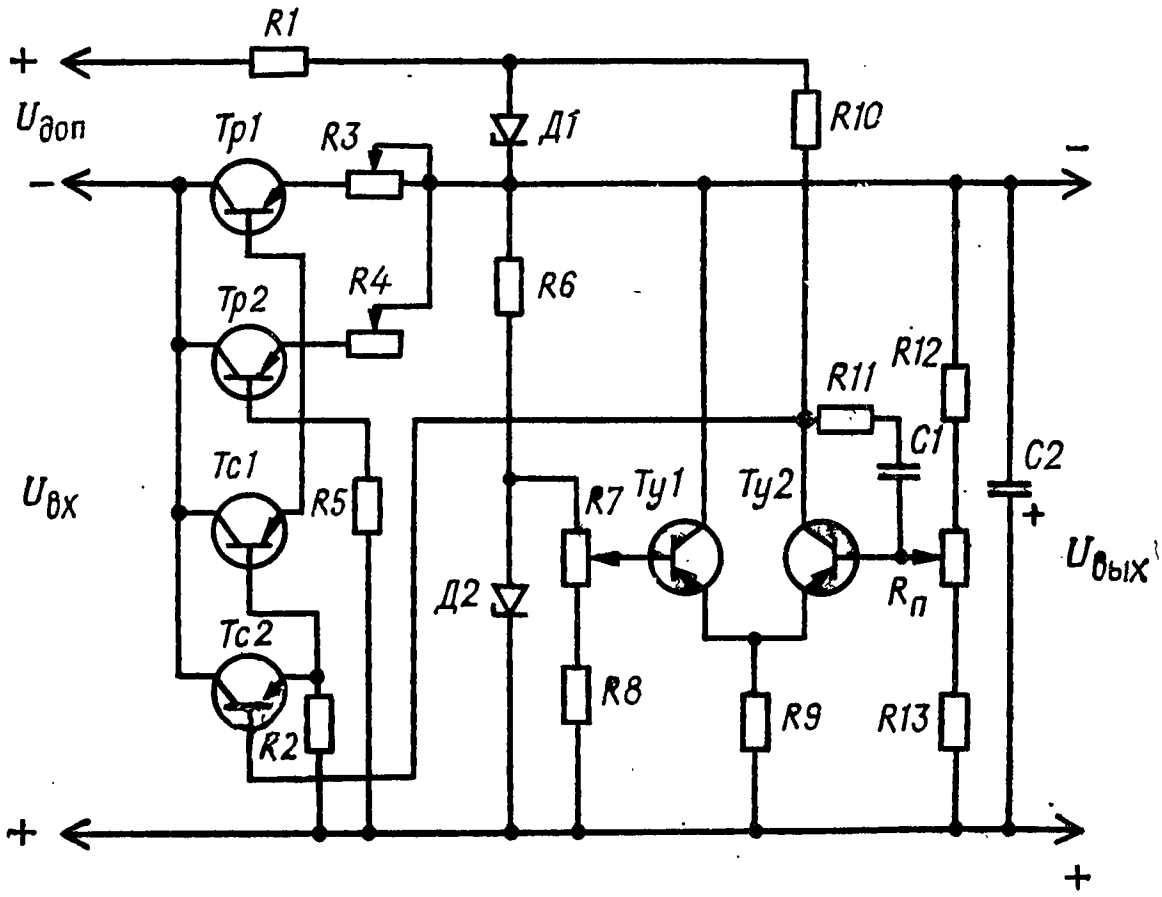


Рис. 131. Вариант схемы полупроводникового стабилизатора напряжения

X — номинальное значение дестабилизирующего фактора;
$\Delta U_{ст}$ — максимальное отклонение стабилизированного напряжения от номинального значения;
$U_{ст.\,ном}$ — номинальное значение стабилизированного напряжения;

б) стабильность выпрямленного напряжения

$$U_{ст} = \frac{\Delta U_{ст}}{U_{ст.\,ном}} 100\%,$$

где $\Delta U_{ст}$ — максимальное отклонение стабилизированного напряжения от номинального значения при изменении напряжения питания или тока нагрузки или при одновременном их изменении, если это оговорено в эксплуатационной документации изделия;

в) напряжение нестабильности выпрямленного напряжения на выходе стабилизатора

$$U_{\text{нест}} = U_{\text{ст. макс}} - U_{\text{ст. мин}},$$

где $U_{\text{ст.макс}}$ — максимальное выходное напряжение стабилизатора при максимально допустимом напряжении на входе стабилизатора (или стабилизированного выпрямителя) и минимально допустимой нагрузке стабилизатора;

$U_{\text{ст.мин}}$ — минимальное выходное напряжение стабилизатора при минимально допустимом напряжении на входе стабилизатора (или на входе стабилизированного выпрямителя) и максимально допустимой нагрузке стабилизатора.

Приведенные соотношения позволяют перейти к любой оценке стабильности напряжения стабилизированных источников питания.

Величина напряжения пульсации в эксплуатационной документации может оцениваться коэффициентом пульсации $K\sim$ или абсолютной величиной напряжения пульсации $U\sim$. Перевод этих значений выполнять по формуле

$$K_{\sim} = \frac{U_{\sim}}{U_{\text{вып}}},$$

где $U_{\text{вып}}$ — номинальное значение выпрямленного напряжения.

6.3.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей электронных и полупроводниковых стабилизаторов напряжения следует пользоваться Перечнем (табл. 31).

Таблица 31

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Отсутствует выходное напряжение стабилизатора	Неисправен регулирующий (исполнительный) элемент (лампа, транзистор)	Заменить неисправный элемент
Напряжение на выходе стабилизатора не соответствует требуемому	Разрегулировано напряжение на управляющем электроде усилительного (управляющего) элемента	Отрегулировать выходное напряжение переменным резистором

Окончание табл. 31

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
	Неисправны резисторы делителя напряжения управляющего электрода усилительного (управляющего) элемента	Заменить неисправные резисторы
	Неисправна цепь питания катода (эмиттера) усилительного (управляющего) элемента	Проверить элементы цепи и режим работы полупроводниковых приборов или электронных ламп. Заменить неисправные элементы
Напряжение нестабильности больше требуемой величины	Неисправен усилительный (управляющий) элемент	Заменить усилительный элемент
	Межэлектродное замыкание регулирующего (исполнительного) элемента	Заменить регулирующий (исполнительный) элемент
	Неисправен согласующий элемент (в полупроводниковых схемах)	Заменить согласующий элемент
	Неисправен опорный стабилитрон	Заменить стабилитрон
Самовозбуждение схемы стабилизатора; напряжение пульсации резко увеличено; осциллограф, подключенный к выходу стабилизатора через конденсатор емкостью 0,1—0,3 мкФ, отмечает синусоиду частотой несколько килогерц или десятков килогерц	Нарушен монтаж схемы	Устранить неисправность монтажа
	Вышли из строя конденсаторы, включенные параллельно выходному делителю или части его	Заменить неисправный конденсатор

6.3.3. Проверяемые технические требования

В стабилизаторах напряжения проверке подлежат следующие технические требования:

величина стабилизированного напряжения;

напряжение нестабильности стабилизированного напряжения;

величина напряжения пульсации.

Величина указанных параметров должна соответствовать данным, приведенным в эксплуатационной документации.

6.3.4. Методика проверки технических требований

Величину стабилизированного напряжения на выходе стабилизатора измерять вольтметром класса точности не хуже 2,5.

Напряжение нестабильности на выходе стабилизатора прове-

рять одним из следующих методов в зависимости от условий целесообразного применения и точности.

Метод непосредственного отсчета. Указанный метод рекомендуется применять для проверки низкостабилизированных источников питания, если имеется в наличии вольтметр, имеющий цену деления шкалы, позволяющую отсчитать напряжение нестабильности при подключении прибора на выход стабилизатора. Класс точности прибора должен быть не хуже 2,5.

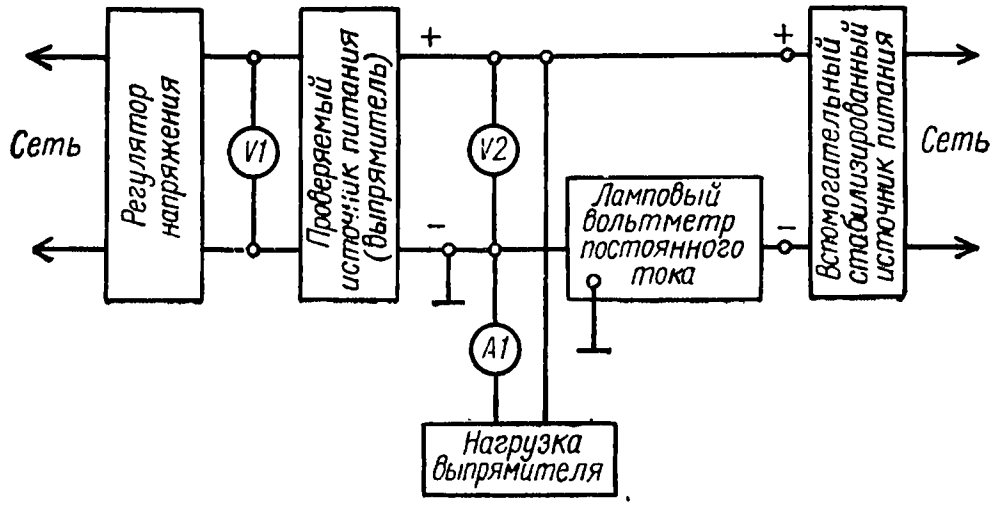


Рис. 132. Схема для измерения нестабильности выпрямленного напряжения дифференциальным методом с использованием вспомогательного стабилизированного источника питания:

V1 — вольтметр переменного тока класса точности не хуже 2,5; V2 — вольтметр постоянного тока класса точности не хуже 1,5; A1 — амперметр (миллиамперметр) постоянного тока

Для оценки относительных изменений выходных напряжений стабилизированных выпрямителей находят применение измерители нестабильности напряжений, выпускаемые промышленностью. Особенностью приборов является их способность измерять очень малые величины постоянного напряжения при наличии общего высокого уровня постоянной составляющей, на несколько порядков превышающего измеряемую величину. Измерители нестабильности позволяют исследовать диапазон напряжений от —500 до +5000 В.

Дифференциальный метод с использованием вспомогательного стабилизированного источника питания и лампового вольтметра.

Метод рекомендуется в том случае, если требуется измерить нестабильность напряжения в пределах от 0,01 В до десятков вольт. Напряжение нестабильности измерять по схеме согласно рис. 132 следующим образом:

по вольтметру V1 установить номинальное напряжение сети;

ламповый вольтметр установить на наибольший предел измеряемого напряжения;

установить номинальный ток нагрузки по амперметру (миллиамперметру) A1;

установить выходное напряжение вспомогательного источника питания примерно равным выходному напряжению проверяемого источника питания;

уменьшить предел измерения лампового вольтметра до значения, в 2—4 раза превышающего напряжение нестабильности проверяемого источника питания; одновременно с уменьшением предела измерения лампового вольтметра изменять выходное напряжение вспомогательного стабилизированного источника питания так, чтобы стрелка лампового вольтметра установилась на середину шкалы;

изменяя сопротивление нагрузки и напряжение источника питания в заданных пределах, записать минимальное U_1 и максимальное U_2 показания лампового вольтметра;

определить напряжение нестабильности $U_{\text{нест}}$ как разность показаний между максимальным и минимальным показаниями лампового вольтметра:

$$\Delta U_{\text{нест}} = U_2 - U_1.$$

Следует отметить, что в схеме (рис. 132) замена лампового вольтметра на вольтметр другого типа не допускается, так как в случае пропадания одного из напряжений (например, при перегорании предохранителя) вольтметр получит многократную перегрузку и может выйти из строя. Ламповые вольтметры, как правило, допускают большие перегрузки.

В качестве вспомогательного стабилизированного источника питания рекомендуется выбирать такой, у которого корпус не соединен с выходными клеммами выпрямителя, чтобы в целях безопасности обеспечить заземление корпуса.

Ламповый вольтметр постоянного тока включать в разрыв цепи, которая соединена с корпусом проверяемого источника питания, что обеспечивает возможность заземления корпуса вольтметра.

Дифференциальный метод с использованием конденсатора и электростатического вольтметра.

Этот метод самый простой и в то же время не уступает по точности описанному выше методу. Метод основан на использовании конденсаторов с очень большим сопротивлением изоляции (не менее 10 000 МОм), например, фторопластовых или стирофлексных и электростатических вольтметров.

Указанный метод является самым лучшим при проверке стабильности высоковольтных источников питания любой мощности.

Напряжение нестабильности измерять по схеме, приведенной на рис. 133, следующим образом:

разомкнуть (выключить) выключатель В и включить проверяемый источник питания;

установить по вольтметру V1 номинальное напряжение питания, а по амперметру (миллиамперметру) А1 — номинальный ток нагрузки;

нажать кнопку К, замкнуть (включить) выключатель В, а затем отпустить кнопку К; при этом конденсатор С зарядится до номинального выпрямленного напряжения; электростатический вольтметр покажет отсутствие напряжения, так как к нему будут приложены два напряжения (напряжение проверяемого стабилизированного источника питания и напряжение, до которого зарядился конденсатор С), равные по величине и противоположные по знаку;

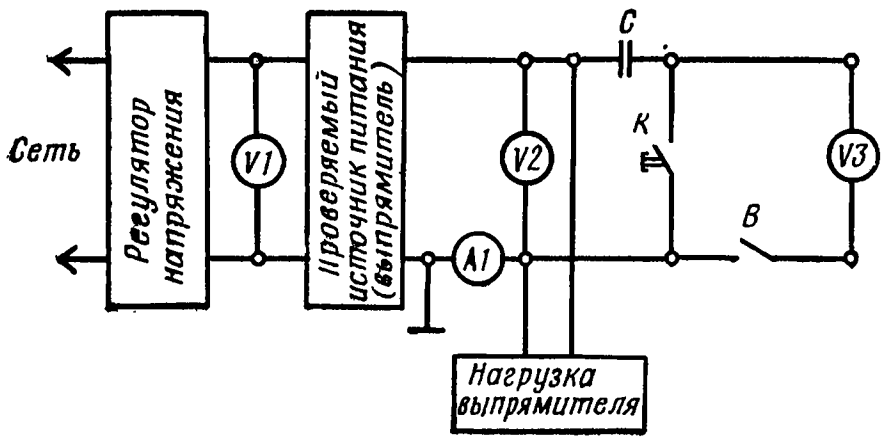


Рис. 133. Схема для измерения нестабильности высоковольтных источников питания дифференциальным методом с использованием конденсатора и электростатического вольтметра:

V1 — вольтметр переменного тока класса точности не хуже 2,5; V2 — вольтметр постоянного тока класса точности не хуже 1,5; A1 — амперметр (мнллнамперметр) постоянного тока класса точности не хуже 1,5; V3 — электростатнческий вольтметр; К — кнопочный выключатель; В —выключатель; С — конденсатор стирофлексный нли фторопластовый емкостью не менее 700 пФ на рабочее напряжение, равное напряжению источника питания

изменяя в заданных пределах напряжение питания и сопротивление нагрузки, отсчитать величину напряжения по шкале электростатического вольтметра, зная, что как увеличение выпрямленного напряжения, так и его уменьшение вызовет отклонение светового визира вольтметра в сторону увеличения показаний.

Поэтому для определения величины напряжения нестабильности необходимо на электростатическом вольтметре напряжение отсчитывать дважды, затем эти величины сложить. Первый отсчет произвести по максимальному отклонению светового визира вольтметра при увеличении показаний по вольтметру V2 относительно номинального значения. Второй отсчет произвести по максимальному отклонению светового визира вольтметра при уменьшении показаний по вольтметру относительно номинального значения.

Если во время изменения напряжения питания или тока нагрузки световой визир электростатического вольтметра дойдет до конца шкалы, это напряжение следует запомнить, затем нажать кнопку К и отсчет продолжать снова от начала шкалы. В этом

случае для определения напряжения нестабильности к полученным показаниям электростатического вольтметра надо прибавлять напряжение, которое мы запомнили от предыдущих измерений до нажатия кнопки К.

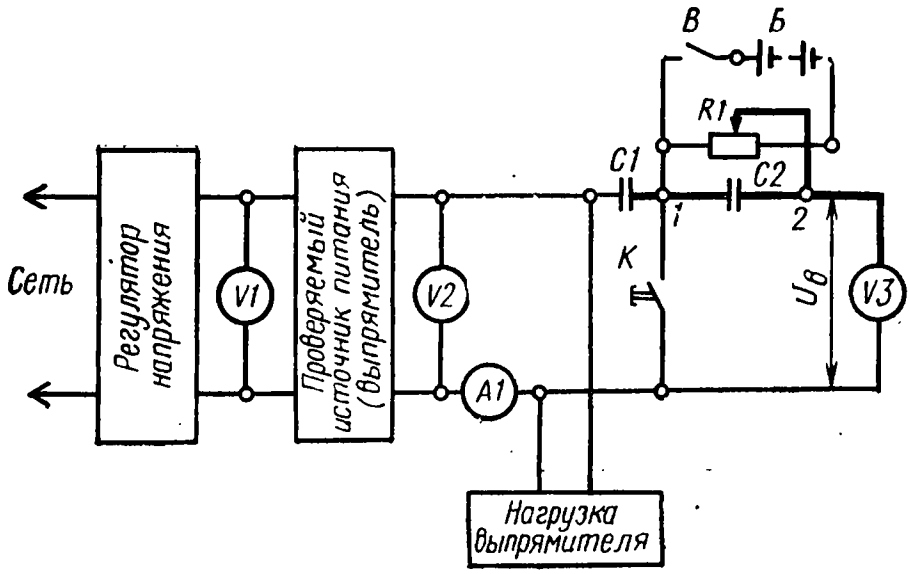


Рис. 134. Схема для измерения нестабильности дифференциальным методом с использованием конденсатора и электростатического вольтметра:

V1 — вольтметр переменного тока класса точности не хуже 2,5; V2 — вольтметр постоянного тока класса точности не хуже 1,5; A1 — амперметр (миллиамперметр) постоянного тока класса точности не хуже 1,5; V3 — низковольтный электростатический вольтметр; К — кнопочный выключатель; В — выключатель; Б — дополнительный источник питания (батарея); R — переменный резистор; C1 и C2 — конденсаторы стирофлексные или фторопластовые емкостью не менее 700 пФ на рабочее напряжение, равное напряжению источника питания

Для измерения малых напряжений нестабильности рекомендуется собрать схему согласно рис. 134. Минимальное напряжение, которое можно измерить по этой схеме при пользовании низковольтными электростатическими вольтметрами, составляет половину цены деления средней части шкалы.

В отличие от предыдущей схемы эта схема полярная. Напряжение нестабильности измерять по схеме согласно рис. 134 в следующем порядке:

нажать кнопку К и замкнуть выключатель В;

к клеммам 1 и 2 подключить выводы от среднего и одного из крайних выводов переменного резистора R1, как показано на схеме;

установить ручку переменного резистора R1 в такое положение, при котором световой визир электростатического вольтметра установится на каком-то оцифрованном значении, примерно в середине шкалы, записать (запомнить) это напряжение $U_в$;

отключить выводы потенциометра вначале от клеммы 2, а затем от клеммы 1, отпустить кнопку К и выключить выключатель В;

включить проверяемый источник питания и по вольтметру V1 установить номинальное напряжение питания;

после того как выпрямитель прогреется (через 2—3 мин), установить по прибору А1 номинальный ток нагрузки выпрямителя;

нажать и отпустить кнопку К;

изменяя в заданных пределах напряжение питания и сопротивление нагрузки, отсчитать по электростатическому вольтметру отклонение напряжения как в сторону увеличения, так и в

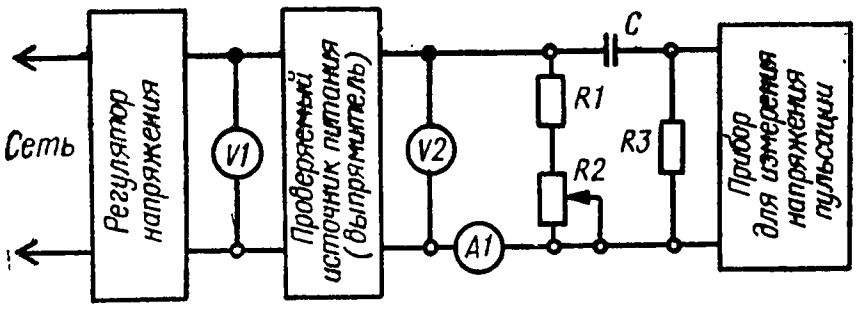


Рис. 135. Схема для измерения напряжения пульсации выпрямленного напряжения:

V1 — вольтметр переменного тока класса точности не хуже 2,5;
V2 — вольтметр постоянного тока класса точности не хуже 1,5;
A1 — амперметр (миллиамперметр) постоянного тока класса точности не хуже 1,5

сторону уменьшения показаний от значения напряжения ($U_в$); сумма отклонения напряжения в одну и другую сторону составит величину напряжения нестабильности. Следует помнить, что при сборке схем (рис. 133 и 134) необходимо соблюдать следующие условия:

контакты 1 и 2, кнопка К и ее контакты должны быть укреплены на изоляционной плате с высокими изоляционными свойствами (например, из полистирола);

монтажные провода, указанные на схеме утолщенными линиями, во избежание разряда конденсатора С2 не должны касаться предметов, имеющих низкое сопротивление изоляции.

Напряжение пульсации на выходе стабилизированных источников питания должно быть не более значений, указанных в ИЭ, ТО или частных руководствах по ремонту.

Напряжение пульсации измерять только при номинальном токе нагрузки и при номинальном напряжении питания. В трехфазных выпрямителях перед измерением напряжения пульсации необходимо точно установить напряжение питания в каждой фазе (с указанными допусками), поскольку асимметрия напряжения питания в 10% вызывает увеличение напряжения пульсации более чем в 1,5 раза.

Напряжение пульсации измерять по схеме соединений, приведенной на рис. 135, приборами (ламповым вольтметром переменного тока или осциллографом), позволяющими измерить указан-

ные в требованиях напряжения пульсации. Конденсатор С устанавливать только в том случае, если в приборе не предусмотрен конденсатор или его рабочее напряжение ниже постоянного напряжения проверяемого источника питания. Емкость конденсатора С выбирать из условия, чтобы его емкостное сопротивление на частоте пульсации было бы не менее чем в 100 раз меньше входного сопротивления вольтметра совместно с резистором R3, т. е.

$$\frac{100}{2\pi f_n C} \leqslant \frac{R_3 R_{вх}}{R_3 + R_{вх}} = R,$$

где f_n — частота пульсации, Гц;

$R_{вх}$ — входное сопротивление вольтметра, Ом.

Кроме того, постоянная времени $\tau = RC$ должна быть не более значения 0,2 с.

Резистор R3 в схеме (рис. 135) используется для того, чтобы на входе прибора за счет тока утечки конденсатора С не возникло высокого постоянного напряжения. При использовании бумажных конденсаторов емкостью до 10 мкФ резистор R3 выбирают величиной не более 20 МОм. Резистор R3 не должен сильно шунтировать ламповый вольтметр, чтобы не потребовался конденсатор большой емкости.

6.4. ФИЛЬТРЫ В ЦЕПЯХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

6.4.1. Общие указания

Фильтры в цепях выпрямителей переменного тока предназначены для уменьшения пульсаций выпрямленных напряжений. Наиболее часто в радиотехнических изделиях применяются следующие типы фильтров: индуктивно-емкостные, реостатно-емкостные, резонансные, полупроводниковые.

Конструктивно фильтры собираются на отдельных платах или объединяются в одном блоке (субблоке) с выпрямителем.

В настоящем подразделе приведена методика проверки фильтров и даны рекомендации по устранению неисправностей в индуктивно-емкостном фильтре и фильтрах, собранных на полупроводниковых триодах.

6.4.2. Проверка фильтров

Основным техническим параметром, определяющим работу фильтров, является напряжение пульсации на выходе фильтров. Величина этого напряжения должна соответствовать данным, приведенным в эксплуатационной документации.

Методика проверки напряжения пульсации приведена в п. 6.3.4.

Если напряжение пульсации превышает допустимую величину, необходимо проверить осциллограмму выпрямленного напряжения. При наличии неисправных вентилей выпрямителя или при потере кенотроном эмиссии осцилограмма выпрямленного напря-

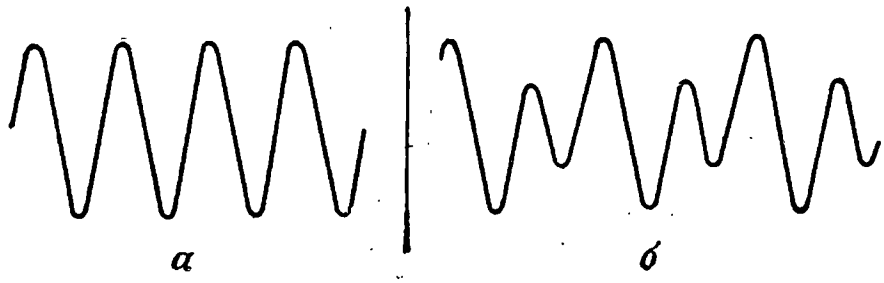


Рис. 136. Осциллограммы напряжений на выходе проверяемого источника питания:

а — осциллограмма, соответствующая наличию исправных вентилей выпрямителя; *б* — осциллограмма, соответствующая наличию неисправных вентилей выпрямителя

жения имеет вид, приведенный на рис. 136, *б*. Осциллограмма, соответствующая наличию исправных вентилей выпрямителя, приведена на рис. 136, *а*.

Повышенная пульсация на выходе фильтра при исправных вентилях свидетельствует о неисправности фильтра.

6.4.3. Индуктивно-емкостной фильтр

Наиболее частой причиной неисправности индуктивно-емкостного фильтра является неисправность конденсаторов (потеря емкости) и наличие короткозамкнутых витков в дросселе. Неисправные конденсаторы необходимо заменить, а неисправный дроссель, если он ремонтопригоден, отремонтировать, как указано в части 1 настоящего Руководства.

6.4.4. Фильтры, выполненные на полупроводниковых триодах

На рис. 137 и 138 приведены две схемы фильтров на полупроводниковых триодах. В схеме П-образного фильтра (рис. 138) могут выйти из строя конденсаторы С1 и С4 (емкость порядка 10—100 мкФ). При коротких замыканиях на выходе фильтров, а также при токе нагрузки выше допустимого выходит из строя по-

лупроводниковый триод фильтра. Выход из строя трансформатора Тр и конденсаторов С2 и С3 бывает крайне редко. В схеме (рис. 137) часто выходят из строя конденсаторы С1 и С3.

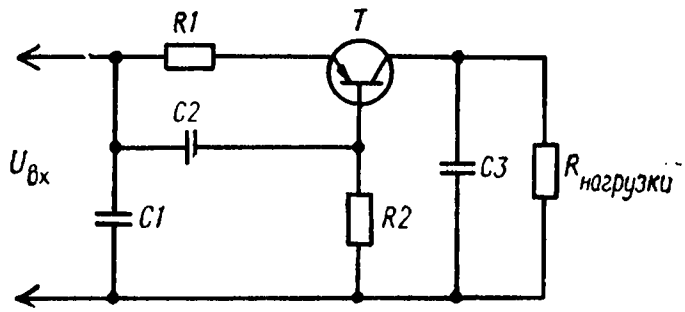


Рис. 137. Вариант схемы полупроводникового фильтра

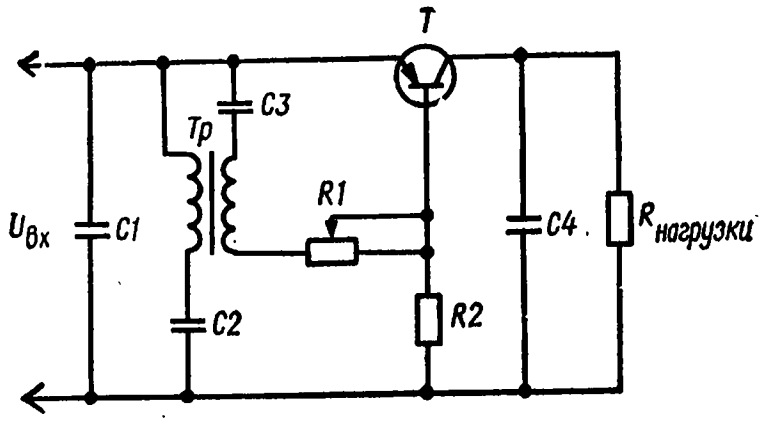


Рис. 138. Вариант схемы полупроводникового П-образного фильтра

6.5. ФЕРРОРЕЗОНАНСНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ

6.5.1. Общие указания

Феррорезонансные стабилизаторы предназначены для стабилизации напряжения переменного тока, используемого для питания блоков.

Конструктивно феррорезонансные стабилизаторы в основном выполняются в виде самостоятельных блоков, которые могут размещаться как в шкафах (на стойках), так и отдельно от них.

Типовая схема феррорезонансного стабилизатора приведена на рис. 139.

В настоящем подразделе приведены характерные неисправности стабилизаторов и методы их устранения, основные технические параметры и методика их проверки.

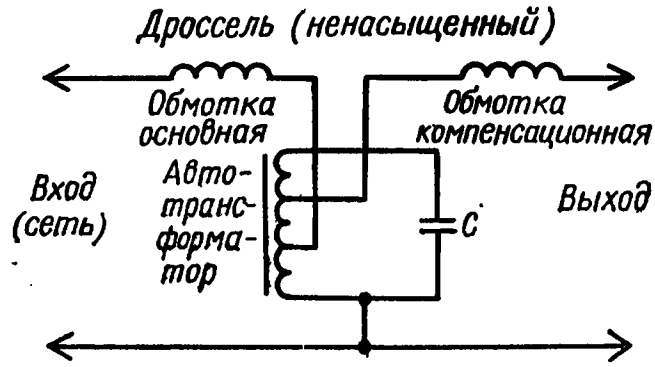


Рис. 139. Типовая схема феррорезонансного стабилизатора напряжения переменного тока

6.5.2. Характерные неисправности и методы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей феррорезонансных стабилизаторов напряжения следует пользоваться Перечнем (табл. 32).

Таблица 32

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Стабильность выходного напряжения хуже допустимой величины (увеличен ток, потребляемый стабилизатором от сети)	Наличие короткозамкнутых витков в основной обмотке дросселя и в обмотке автотрансформатора	Перемотать или заменить неисправный дроссель или автотрансформатор
	Уменьшение емкости конденсатора	Заменить конденсатор
	Не отрегулирован диамагнитный зазор в дросселе	Отрегулировать диамагнитный зазор в дросселе

6.5.3. Проверяемые технические требования

В феррорезонансных стабилизаторах проверке подлежат следующие технические требования:

стабильность выходного напряжения при изменении напряжения сети; для некоторых стабилизаторов, работающих на переменную нагрузку, проверяется стабильность выходного напряжения при изменении как напряжения сети, так и тока нагрузки;

ток, потребляемый от сети при номинальном токе нагрузки.

Величина указанных параметров должна соответствовать данным, приведенным в эксплуатационной документации.

6.5.4. Методика проверки технических требований

Стабильность выходного напряжения феррорезонансного стабилизатора проверять по схеме (рис. 140) вольтметром переменного тока, имеющим цену деления шкалы, обеспечивающую отсчет до-

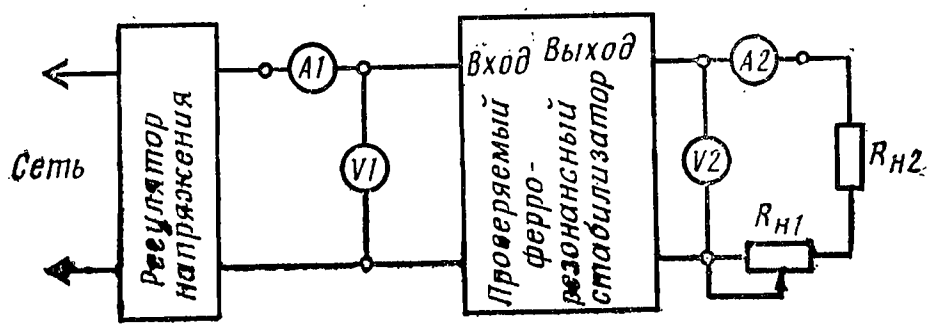


Рис. 140. Схема для измерения стабильности выходного напряжения проверяемого феррорезонансного стабилизатора при изменении напряжения питания:

A1 — амперметр переменного тока класса точности не хуже 2,5; V1 — вольтметр переменного тока класса точности не хуже 2,5; V2 — вольтметр переменного тока; A2 — амперметр переменного тока класса точности не хуже 2,5

пустимого изменения напряжения. Ток нагрузки устанавливать по амперметру класса точности не хуже 2,5.

Порядок измерения стабильности следующий:

регулятором напряжения по вольтметру V1 класса точности не хуже 2,5 установить номинальное напряжение питания $U_{ном}$;

с помощью реостатов установить номинальный ток нагрузки;

изменяя напряжение питания в заданных пределах, по вольтметру V2 отсчитать отклонение напряжения на нагрузке от номинального значения ΔU;

определить стабильность феррорезонансного стабилизатора по формуле

$$U_{ст} = \frac{\Delta U}{U_{ном}} 100\%,$$

где $U_{ст}$ — стабильность выходного напряжения феррорезонансного стабилизатора;

ΔU — отклонение напряжения на нагрузке при изменении напряжения питания в заданных пределах, В;

$U_{ном}$ — номинальное значение напряжения на нагрузке, В.

Ток, потребляемый от сети, рекомендуется проверять в том случае, если стабильность выходного напряжения стабилизатора хуже требуемой в эксплуатационной документации.

Величину тока измерять амперметром переменного тока класса точности не хуже 2,5 при номинальном напряжении питания и номинальном токе нагрузки.

6.6. РЕГУЛЯТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

6.6.1. Общие указания

В радиотехнической аппаратуре находят применение однофазные и трехфазные регуляторы напряжения как ручные, так и автоматические.

Ручные регуляторы могут быть как с непосредственным (местным), так и с дистанционным управлением и конструктивно выполнены аналогично регуляторам типа ЛАТР. В ручных регуляторах с дистанционным управлением установлен исполнительный двигатель, цепи управления которым выведены на пульт управления.

Автоматические регуляторы напряжения конструктивно состоят из автотрансформатора типа РНТ, механизма вращения с исполнительным двигателем и электронного блока управления двигателем.

В настоящем подразделе приведены характерные неисправности регуляторов напряжения и способы их устранения, основные технические параметры и методика их проверки.

6.6.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей регуляторов напряжения следует пользоваться Перечнем (табл. 33).

Таблица 33

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Не обеспечиваются требуемые пределы регулировки напряжения	Смещены ограничители поворота ручки регулятора	Установить пределы регулировки ограничителями поворота ручки регулятора
Увеличен ток, потребляемый от сети (ток холостого хода превышает величину, указанную в таблице трансформаторов)	Наличие короткозамкнутых витков в автотрансформаторе	Заменить автотрансформатор или произвести его перемотку в соответствии с данными, указанными в эксплуатационной документации

Окончание табл. 33

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Наблюдается искрение между токосъемником и обмоткой	Не отрегулировано давление токосъемника на обмотку	Отрегулировать давление токосъемника
	Поверхность обмотки окислена или загрязнена	Очистить поверхность обмотки, по которой передвигается токосъемник
Токосъемник по рабочей поверхности обмотки передвигается неравномерно	Неодинаково расстояние между поводком токосъемника и рабочей поверхностью обмотки в пределах рабочего сектора	Отрегулировать положение тороида с обмоткой (при использовании регуляторов типа ЛАТР)
	Перекошены направляющие токосъемника	Устранить перекосы направляющих токосъемника
	Загрязнены червячный механизм и трущиеся поверхности механизмов	Очистить от загрязнения червячный механизм и смазать свежей смазкой трущиеся поверхности механизмов (для трехфазных регуляторов типа РНТ)
Асимметрия выходного напряжения трехфазных регуляторов превышает допускаемую величину	Смещены токосъемники регулятора	Сместить токосъемник * соответствующей фазы в направлении уменьшения асимметрии

* Токосъемник должен быть установлен на рабочем участке обмотки, соответствующем номинальному напряжению.

6.6.3. Проверяемые технические требования

В регуляторах напряжения проверке подлежат следующие технические требования:

пределы регулировки напряжения;

величина потребляемого тока;

отсутствие искрения токосъемника;

усилие, необходимое для передвижения токосъемника (в ручных регуляторах напряжения);

асимметрия выходного напряжения.

Величина указанных параметров должна соответствовать данным, приведенным в эксплуатационной документации.

6.6.4. Методика проверки технических требований

Пределы регулировки напряжения проверять вольтметром переменного тока класса точности не хуже 1,5 при номинальном напряжении питания.

Ток, потребляемый от сети, проверять только в том случае, если перематывалась обмотка регулятора. Ток измерять амперметром переменного тока класса точности не хуже 2,5 при номинальном токе нагрузки.

Отсутствие искрения при передвижении токосъемника по поверхности обмотки проверять в затемненном помещении.

Усилие, необходимое для передвижения токосъемника, проверять опробованием от руки.

Асимметрию выходного напряжения трехфазных регуляторов проверять измерением выходного напряжения в каждой фазе регулятора при равных напряжениях на входе. Входное и выходное напряжения измерять вольтметром переменного тока класса точности не хуже 2,5, имеющим цену деления шкалы, обеспечивающую отсчет напряжения асимметрии.

6.7. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ

6.7.1. Общие указания

В радиотехнической аппаратуре находят применение полупроводниковые преобразователи постоянного тока низкого напряжения в постоянный ток более высокого напряжения. На рис. 141

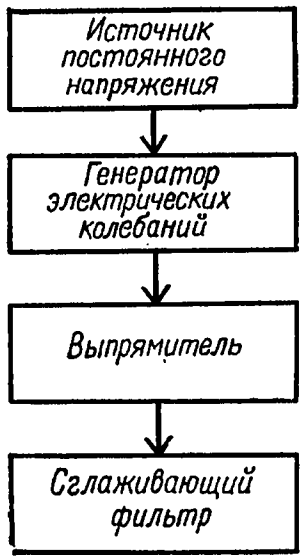


Рис. 141. Структурная схема преобразователя без усиления мощности

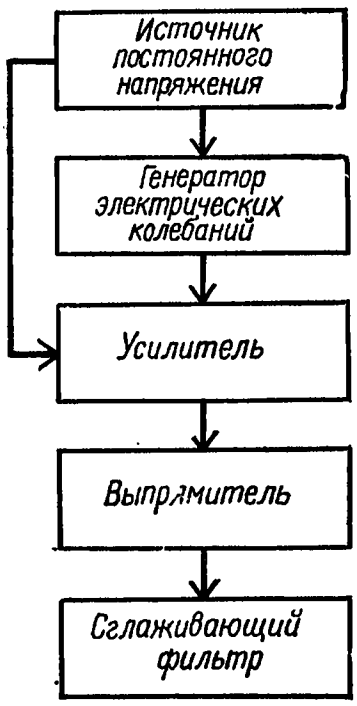


Рис. 142. Структурная схема преобразователя с усилением мощности

приведена структурная схема преобразователя напряжения без усиления мощности, а на рис. 142 — структурная схема преобразователя с усилением мощности. Генераторы электрических коле-

баний в преобразователях напряжения могут быть собраны по однотактной или двухтактной схеме. Двухтактная схема нашла более широкое распространение, так как позволяет получить напряжение симметричной и практически прямоугольной формы.

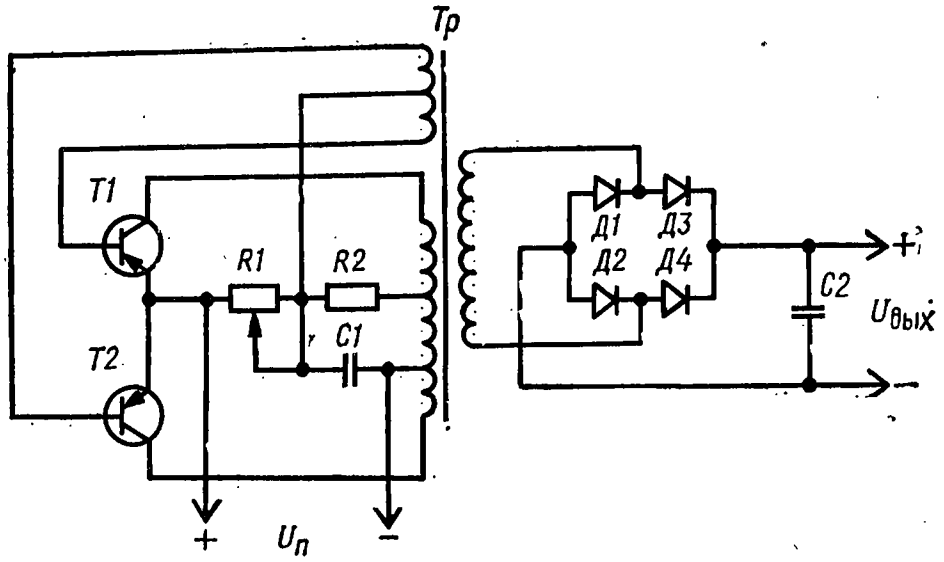


Рис. 143. Типовая схема полупроводникового преобразователя напряжения

На рис. 143 приведена схема преобразователя напряжения без усиления мощности с генератором электрических колебаний, выполненным по двухтактной схеме.

В настоящем подразделе приведены характерные неисправности преобразователей напряжения и способы их устранения, основные технические требования и методика их проверки.

6.7.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей преобразователей напряжения следует пользоваться Перечнем (табл. 34).

Таблица 34

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Отсутствует напряжение на выходе преобразователя	Пробой между эмиттером и коллектором одного из триодов	Заменить неисправный триод

Окончание табл. 34

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Напряжение на выходе преобразователя менее требуемой величины (форма осциллограммы напряжения на обмотках трансформатора несимметричная)	Короткое замыкание между первичной обмоткой и обмоткой возбуждения трансформатора	Перемотать или заменить трансформатор
	Неисправны выпрямительные диоды	Заменить неисправный диод
	Короткозамкнутые витки в обмотках трансформатора	Перемотать или заменить трансформатор
	Неисправен один из триодов или выпрямительный диод	Заменить неисправный диод или триод
Пульсация выходного напряжения превышает допустимую величину	Неотрегулирована схема преобразователя	Отрегулировать схему переменным резистором R1
	Неисправен конденсатор C2	Заменить конденсатор
	Триоды преобразователя имеют большую разницу по крутизне характеристик	Подобрать триоды с более близкими характеристиками

6.7.3. Проверяемые технические требования

В преобразователях напряжения проверке подлежат следующие технические требования:

выходное напряжение при номинальном токе нагрузки;

напряжение пульсации выходного напряжения.

Величина указанных параметров должна соответствовать данным, приведенным в эксплуатационной документации.

6.7.4. Методика проверки технических требований

Напряжение на выходе преобразователя измерять при номинальных напряжении питания и токе нагрузки вольтметром постоянного тока класса точности не хуже 1,5. Внутреннее сопротивление вольтметра должно быть более чем в 50 раз больше сопротивления нагрузки. Сопротивление нагрузки определять расчетным путем по номинальному току и напряжению на выходе преобразователя.

Напряжение пульсации выходного напряжения преобразователя проверять, как указано в п. 6.3.4.

7. СИНХРОННО-СЛЕДЯЩИЕ СИСТЕМЫ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АНТЕННОЙ

7.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В различных радиотехнических станциях синхронно-следящие системы и системы управления антенной имеют свои особенности конструктивного исполнения. Однако эти системы имеют общий

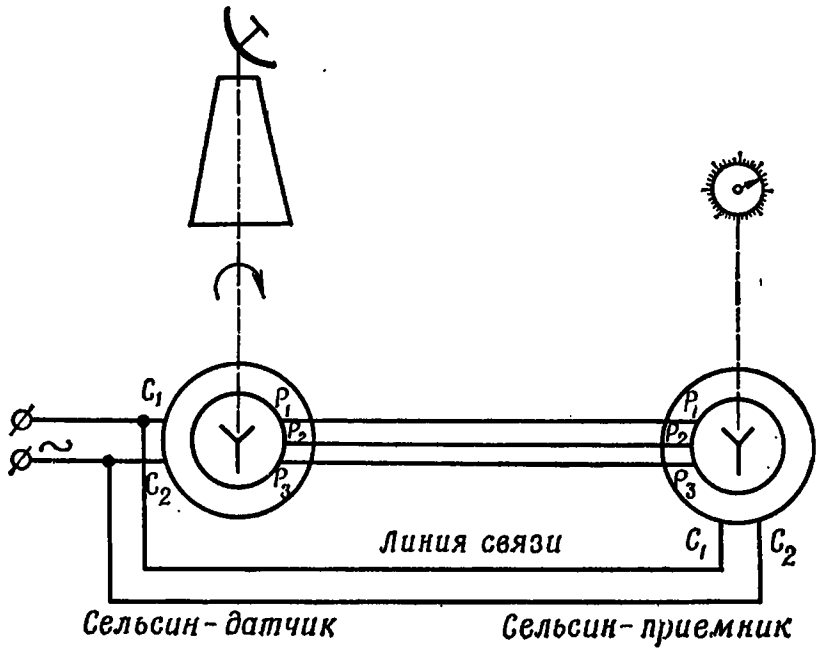


Рис. 144. Схема одноканальной системы индикаторной синхронной связи

принцип работы, что позволяет к системам различных станций применять одинаковую методику проверки большинства их параметров, настройки систем, отыскания неисправностей.

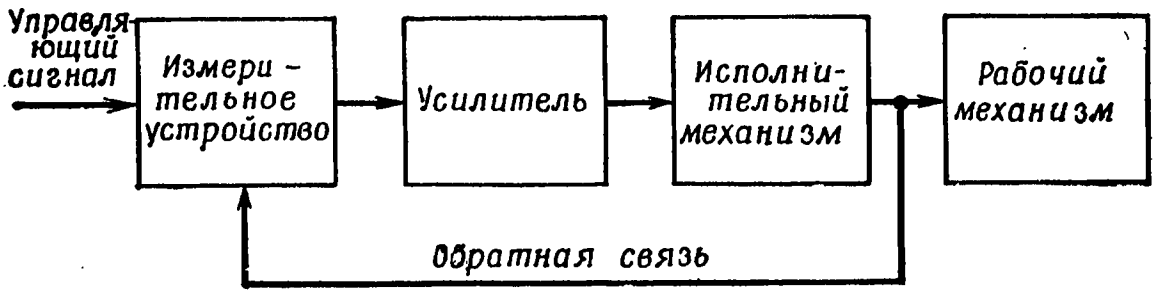


Рис. 145. Структурная схема следящей системы

В настоящем разделе рассматриваются проверка, ремонт и настройка синхронно-следящих систем и системы управления антенной.

Схемы одноканальной системы индикаторной синхронной связи и следящей системы приведены на рис. 144 и 145.

7.2. СИСТЕМЫ СИЛОВОЙ СИНХРОННОЙ СВЯЗИ

7.2.1. Общие указания

Неисправности систем синхронной связи чаще всего выявляются внешним осмотром, измерениями, заменой отдельных элементов, узлов, блоков и сравнением работы одинаковых каналов.

При внешнем осмотре систем силовой синхронной связи прежде всего необходимо убедиться в том, что органы управления и регулировок установлены в положения, указанные в ИЭ, кабели подключены правильно и надежно, предохранители исправны.

Признаками, по которым может быть выявлен неисправный элемент или определен участок неисправности при внешнем осмотре, могут служить внешний вид элементов системы, горение сигнальных ламп, показания встроенных измерительных приборов, направление и характер вращения шкал индикаторных устройств и др.

Если во время внешнего осмотра неисправность не обнаружена, следует воспользоваться способом измерений.

Измерения проводятся при включенной или выключенной системе в тех цепях, где предполагается неисправность.

При включенной системе следует проверить:

величины напряжений в контрольных точках и их соответствие величинам, приведенным в эксплуатационной документации;

формы напряжений в контрольных точках и их соответствие таблицам осциллограмм;

режимы ламп и транзисторов, их соответствие таблицам напряжений.

На обесточенной системе проверке подлежат:

надежность контактирования щеток электродвигателей, сельсинов и токосъемников, контактов реле и переключателей с помощью омметра;

величины сопротивлений цепей и их соответствие данным таблиц сопротивлений, приведенных в эксплуатационной документации;

сопротивление изоляции кабелей, разъемов и цепей монтажа с помощью мегаомметра;

качество электровакуумных приборов с помощью испытателя ламп.

Отклонение результата измерения от номинала за пределы допуска, определенного эксплуатационной документацией, служит признаком неисправности цепи, связанной с точкой, в которой обнаружено отклонение.

Для выявления неисправного элемента или уменьшения предполагаемого участка неисправности можно воспользоваться методом замены. Методом замены чаще всего пользуются для обнаружения неисправных предохранителей, ламп, кабелей и других легкосъемных элементов синхронно-следящих систем. Необходимо иметь в виду, что выход из строя того или иного элемента схемы

может быть вызван не только плохим его качеством, но и рядом других причин, вызывающих ненормальный режим работы этого элемента. Поэтому методом замены необходимо пользоваться весьма осторожно, чтобы новый, заведомо исправный элемент, поставленный вместо неисправного, не вышел из строя.

При наличии в синхронно-следящей системе одинаковых каналов, узлов, элементов поиск неисправности может проводиться путем взаимной их замены и анализа работы системы после такой замены.

После устранения неисправности синхронно-следящая система должна быть настроена и согласована.

7.2.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей систем силовой синхронной связи следует пользоваться Перечнем (табл. 35).

Таблица 35

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
При включении следящей системы принимающий механизм движется, не управляясь	Вышла из строя одна из ламп выходного каскада электронного усилителя	Заменить неисправную лампу
	Замкнута одна из обмоток управления ЭМУ	Заменить неисправный ЭМУ
При вращении задающего механизма принимающий механизм не вращается	Отсутствует напряжение питания	Проверить предохранители и заменить неисправные. Отремонтировать источники питания в соответствии с указаниями разд. 6 настоящей части Общего рудоводства
	Вышел из строя ЭМУ	Отремонтировать или заменить ЭМУ в соответствии с указаниями части 1 настоящего Руководства
	Вышел из строя электронный или магнитный усилитель следящей системы	Проверить усилитель и заменить неисправный элемент
	Вышел из строя исполнительный двигатель следящей системы	Отремонтировать или заменить исполнительный двигатель в соответствии с указаниями части 1 настоящего Руководства

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Шкала (указатель) принимающего механизма останавливается в одном положении при вращении задающего; сельсин нагревается	Задевает визир за шкалу сельсина или засорился подшипник сельсина	Выправить визир (шкалу) сельнина. Промыть и смазать подшипник
	Короткое замыкание двух проводов в цепи трехфазной обмотки	Устранить короткое замыкание.
	Заедание редуктора следящей системы	Убедиться в отсутствии посторонних предметов в редукторе, проверить целость подшипников, шестерен, убедиться в отсутствии прогибов вала. Заменить неисправный элемент редуктора, почистить и смазать редуктор
При вращении задающего механизма шкалы (указателей) принимающего механизма совершают колебательное движение в пределах 180°	Обрыв в одной из трехфазных обмоток сельсина или в проводах, соединяющих эти обмотки	Устранить обрыв в проводах, заменить сельсин
	Отсутствие контакта в коллекторе сельсина с трехфазным ротором	Почистить кольца коллектора и щетки
Шкалы (указатели) принимающего механизма вращаются неравномерно, скачками, в правильном направлении	Плохой контакт в щетках сельсинов, ЭМУ, исполнительных двигателей	Почистить кольца и щетки коллекторов сельсинов, ЭМУ, исполнительных двигателей
	Плохой контакт в кольцах токосъемника (если сигнал передается через токосъемник)	Почистить кольца и щетки токосъемника
Направление вращения шкал принимающего механизма не совпадает с направлением вращения задающего механизма	Неправильно подключены провода к трехфазной обмотке одного из сельсинов	Поменять местами два провода подключения трехфазной обмотки одного из сельсинов
Ошибка слежения превышает ошибку, указанную в эксплуатационной документации	Загрязнение подшипников или коллекторов сельсина-приемника при индикаторной передаче	Промыть и смазать подшипники сельсина, почистить коллектор
	Уменьшение коэффициента усиления усилительного устройства.	Увеличить коэффициент усиления усилительного устройства органами регулировки. Проверить исправность элементов усилителя и заменить неисправный
	Неправильно установлена величина отрицательной обратной связи системы	Уменьшить величину сигнала обратной связи органами регулировки

Окончание табл. 35

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Время вхождения системы в синхронизм превышает величину, указанную в эксплуатационной документации	Мал коэффициент усиления усилительного устройства	Увеличить коэффициент усиления усилительного устройства органами регулировки. Проверить исправность элементов усилителя и заменить неисправный элемент
	Велик сигнал обратной связи системы	Уменьшить величину сигнала обратной связи органами регулировки
После резкой остановки задающего механизма шкалы принимающего механизма совершают незатухающие или медленно затухающие колебания	Велик коэффициент усиления усилительного устройства	Уменьшить коэффициент усиления усилительного устройства органами регулировки
	Мала величина сигнала обратной связи системы	Увеличить сигнал обратной связи органами регулировки. Проверить исправность элементов цепи обратной связи и заменить неисправный элемент
	Велик люфт кинематической передачи	Проверить величину люфтов узлов кинематической передачи в соответствии с указаниями разд. 10 настоящей части Руководства. Отрегулировать величину люфтов, заменить изношенные детали
Величина зоны синхронизации двухканальной системы связи не соответствует указанной в эксплуатационной документации	Неисправны лампы переключателя каналов или режимы работы его элементов не соответствуют номинальным	Проверить режимы работы переключателя и заменить неисправные элементы
Система синхронизируется в ложном нулевом положении	В одном из сельсинов установлен ложный нуль	Установить истинный нуль одним из способов, указанных в пп. 7.2.5—7.2.8
	Отсутствует сдвигающее напряжение	Заменить или отремонтировать трансформатор сдвигающего напряжения в соответствии с указаниями части 1 настоящего Руководства. Устранить обрывы в цепи подачи сдвигающего напряжения

7.2.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие основные технические требования к синхронно-следящим системам:

правильность направления слежения и характер вращения шкал;

ошибка слежения;

время вхождения в синхронизм;

действие обратной связи;

величина зоны синхронизации;

отсутствие ложного синхронизма.

7.2.4. Методика проверки технических требований

Правильность направления слежения определяется тем, что направление вращения шкал или индикаторов принимающего механизма должно совпадать с направлением вращения механизма, задающего вращение (антенны, кабины станции и т. п.).

При неподвижном задающем механизме принимающий механизм не должен двигаться.

Проверку правильности направления слежения двухканальной системы (рис. 146) проводить отдельно для каждого канала.

Первым проверить канал точного слежения в такой последовательности:

отключить канал грубого слежения предусмотренными для этого устройствами;

включить механизм, задающий вращение;

визуально проверить направление вращения шкал индикаторного устройства: направление вращения его шкал (указателей) должно быть согласовано с направлением вращения механизма, задающего вращение (антенны, кабины станции т. п.); при этом шкалы (указатели) индикаторных устройств, развертки на индикаторных трубках должны вращаться плавно, без рывков и заеданий.

Правильность направления слежения по грубому каналу проверять аналогично проверке по точному каналу при включенном канале грубого слежения.

Ошибка слежения при определенной скорости вращения механизма, задающего вращение, не должна превышать величины, указанной в эксплуатационной документации.

Одноканальные и двухканальные системы синхронной связи проверяются аналогично, поэтому в настоящем пункте рассматривается только проверка двухканальной системы.

Проверять ошибку слежения с помощью осциллографа или вольтметра переменного тока с пределами измерения 10—15 В в такой последовательности:

подключить измерительный прибор (осциллограф, вольтметр) к выходу сельсина-приемника *3* (рис. 146) канала точного слежения;

рассогласовать систему на угол, соответствующий предельно допустимой ошибке рассогласования, указанной в ИЭ;

измерить на экране осциллографа отклонение луча или измерить напряжение по шкале вольтметра, соответствующее величине рассогласования;

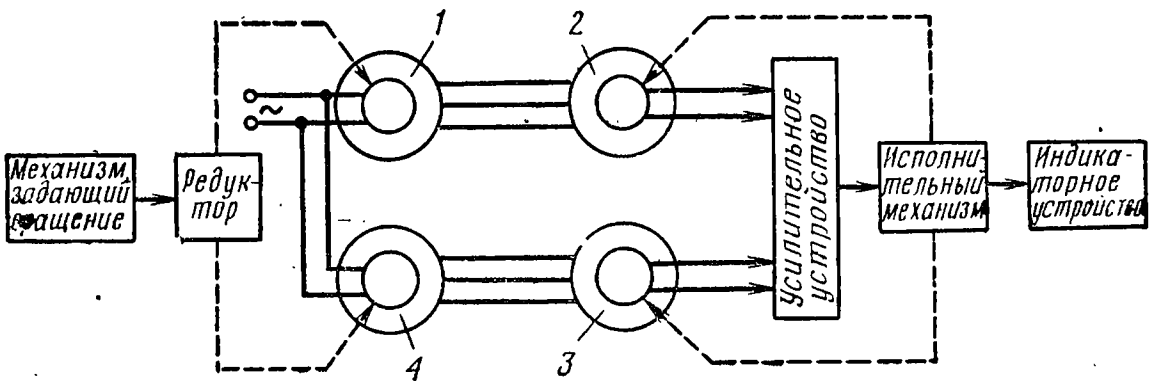


Рис. 146. Схема двухканальной системы синхронной связи:
1 — сельсин-датчик грубого слежения; *2* — сельсин-приемник грубого слежения; *3* — сельсин-приемник точного слежения; *4* — сельсин-датчик точного слежения

включить механизм, задающий вращение; при этом амплитуда напряжения ошибки на экране осциллографа или по шкале вольтметра после вхождения системы в синхронизм не должна превышать измеренной ранее амплитуды.

Время вхождения в синхронизм не должно превышать величины, указанной в ИЭ.

Проверять в такой последовательности:

рассогласовать следящую систему на 180°;

включить одновременно следящую систему и секундомер;

определить время вхождения системы в синхронизм по секундомеру, который выключить в момент срабатывания переключателя каналов (неоновая лампа, реле и т. п.) для двухканальной следящей системы, а для одноканальной системы — в момент достижения выходным напряжением сельсина-приемника величины, равной величине напряжения сигнала ошибки слежения.

Измерения проводить несколько раз; из всех измерений засчитывается максимальное время.

Фаза и величина сигнала обратной связи должны быть такими, чтобы количество колебаний шкал принимающего механизма соответствовало количеству, указанному в эксплуатационной документации.

Для проверки необходимо резко повернуть задающий механизм и остановить его. Шкалы принимающего механизма должны установиться в новом положении, при этом количество колебаний шкал должно соответствовать указанному в эксплуатационной документации. Если количество колебаний в эксплуатационной до-

кументации не указано, шкалы должны совершать 2—3 периода затухающих колебаний.

Величина зоны синхронизации двухканальной системы связи должна быть в пределах, указанных в эксплуатационной документации.

Проверять по шкалам принимающего механизма в такой последовательности:

выключить механизм, задающий вращение;

повернуть шкалы принимающего механизма поочередно в обе стороны до моментов включения канала грубого слежения.

Контролировать по загоранию неоновой лампы или срабатыванию реле синхронизатора. Величина зоны синхронизации определяется по разности показаний шкалы канала точного отсчета в моменты включения канала грубого слежения, пересчитанной в угол поворота сельсина грубого отсчета.

Проверку отсутствия синхронизации в ложном нулевом положении двухканальной синхронно-следящей системы проводить в такой последовательности:

с помощью механизма, задающего вращение, установить на нуль шкалы сельсинов-датчиков и сельсинов-приемников;

выключить исполнительный двигатель синхронно-следящей системы;

шкалу сельсина-приемника грубого отсчета рассогласовать на 180° от положения согласования и установить так, чтобы сработал переключатель каналов слежения (неоновая лампа, реле и т. п.), переключив систему на канал точного слежения;

включить исполнительный двигатель; при этом шкала сельсина-приемника грубого отсчета должна возвратиться в положение согласования.

7.2.5. Установка нуля сельсинной следящей системы

Установку нуля сельсинной следящей системы проводить после замены сельсинов или в том случае, когда в процессе эксплуатации было нарушено согласование сельсинов.

Установку нуля одноканальной сельсинной передачи следует выполнять путем поворота корпуса одного из сельсинов до совпадения показаний шкал задающего и принимающего механизмов при включенной передаче или путем установки электрического нуля сельсина-датчика и сельсина-приемника по методике пп. 7.2.6 и 7.2.7 при согласованном положении задающего и принимающего механизмов.

Установку нуля двухканальной сельсинной передачи следует проводить одним из следующих способов:

а) первый способ заключается в том, что при согласованном положении задающего и принимающего механизмов (обычно при нулевом положении) устанавливаются в положение электрического нуля оба сельсина-датчика и оба сельсина-приемника по методи-

ке пп. 7.2.6 и 7.2.7. Если в системе применяется сдвигающее напряжение, смещающее нуль грубого сельсина, оно должно быть прибавлено к напряжению на выходе сельсина-приемника грубого отсчета перед установкой нуля сельсина. При наличии в системе дифференциальных сельсинов их нуль устанавливается по методике п. 7.2.8;

б) второй способ заключается в том, что при согласованном положении принимающего и задающего механизмов устанавливается электрический нуль сельсинов-датчиков грубого и точного отсчетов и сельсина-приемника точного отсчета по методике пп. 7.2.6 и 7.2.7, а также ориентировочно устанавливается нуль сельсина-приемника грубого отсчета.

После этого включаются источник сдвигающего напряжения и следящая система, работающая от выходного напряжения точного канала. Затем ослабляется крепление статора сельсина-приемника грубого отсчета и статор поворачивается до тех пор, пока напряжение на его выходе не станет равным нулю.

7.2.6. Установка нуля сельсина-датчика

Установку сельсина в согласованное положение осуществляют поворотом статора сельсина, предварительно ослабив его крепление.

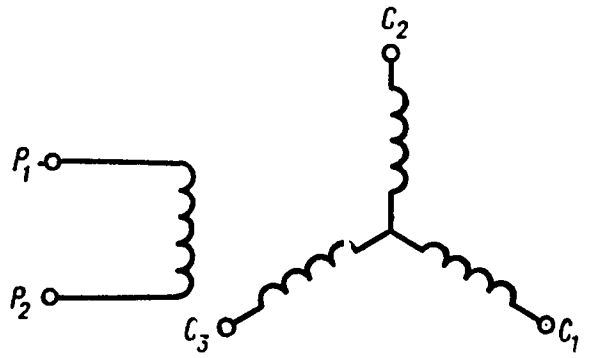


Рис. 147. Сельсин-датчик в положении электрического нуля

Электрический нуль сельсина-датчика будет иметь место, когда при подаче рабочего напряжения к однофазной обмотке P_1, P_2 (рис. 147) напряжение на C_1, C_3 будет равно нулю. Но напряжение на C_1, C_3 будет равно нулю и в том случае, если сельсин повернется на 180°. Распознать, является ли это положение электрическим нулем или сдвинуто относительно его на 180°, можно одним из следующих способов:

а) первый способ основан на том, что фаза напряжения между клеммами C_2 и C_1 или C_2 и C_3 в истинном нулевом положении совпадает с фазой напряжения на клеммах P_1 и P_2. Сравнить фазы напряжений можно с помощью осциллографа или вольтметра переменного тока. С помощью осциллографа соотношение фаз можно определить по фигурам Лиссажу в соответствии с указаниями разд. 1 настоящей части Руководства или путем сравнения фаз напряжений при поочередном подключении входа осциллографа к клеммам P_1, P_2 и C_2, C_1 (C_2, C_3) при синхронизации осциллографа от сети, питающей сельсин. Если фазы рассматриваемых

напряжений не совпадают, необходимо развернуть статор сельсина на 180°.

При определении соотношения фаз с помощью вольтметра необходимо соединить между собой клеммы P_1 и C_2, а вольтметр подсоединить к клеммам P_2 и C_1 (C_3). В случае совпадения фаз (сельсин находится в истинном нулевом положении) прибор покажет величину напряжения, меньшую величины напряжения, подводимого к клеммам P_1 и P_2. Если фазы напряжений будут противоположны, напряжение между клеммами P_2 и C_1 будет больше величины напряжения, подводимого к клеммам P_1 и P_2. В этом случае статор сельсина необходимо развернуть на 180°;

б) второй способ определения истинного нуля основан на том, что если поворачивать ротор сельсина-датчика по ходу часовой стрелки (если смотреть на вал ротора со стороны входных клемм) на малый угол от нулевого положения, то фазы напряжений на клеммах C_1 и C_3 и клеммах P_1 и P_2 совпадают вблизи истинного нуля и противоположны вблизи ложного нуля. Фазы напряжений на указанных клеммах сравнивать с помощью осциллографа.

7.2.7. Установка нуля сельсина-приемника

Для определения электрического нуля сельсина-приемника, работающего в трансформаторном режиме, необходимо подать напряжение, примерно равное половине рабочего напряжения, к контактам C_2 и соединенным вместе контактам C_1, C_3 (рис. 148). Сельсин будет установлен на нуль, когда напряжение между клеммами P_1 и P_2 будет примерно равно нулю. Однако это может быть и при ложном нуле. Определить, является ли данное положение истинным нулем, можно одним из следующих способов:

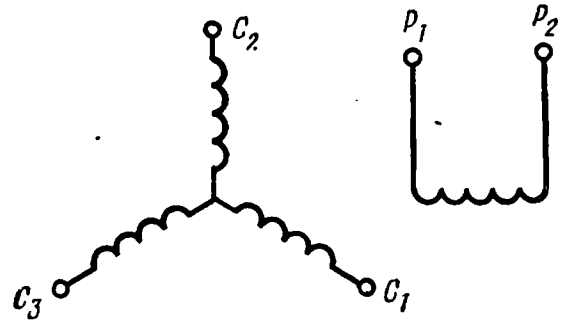


Рис. 148. Сельсин-приемник в положении электрического нуля

а) для определения истинного нуля согласно первому способу необходимо повернуть вал ротора сельсина на небольшой угол по ходу часовой стрелки (если смотреть на вал ротора со стороны входных клемм). Если сельсин установлен в положение, близкое к истинному нулю, фаза напряжения между клеммами P_1 и P_2 должна совпадать с фазой напряжения между клеммами C_1, C_3 и C_2. Если сельсин установлен в положение, близкое к ложному нулю, фазы указанных напряжений будут сдвинуты на 180°. Сдвиг фаз определять с помощью осциллографа по фигурам Лиссажу или путем сравнения фаз напряжений при поочередном подключении входа осциллографа к клеммам P_1 и P_2, C_1, C_3 и C_2. Синхронизацию осциллографа осуществлять от сети, питающей сельсин;

б) второй способ определения истинного нуля сельсина-приемника основан на том, что при подаче напряжения, приближенно равного выходному, к клеммам C_1 и C_3 фаза напряжения на клеммах P_1 и P_2 должна совпадать с фазой входного напряжения, если ротор сельсина находится в положении истинного нуля. Если ротор сельсина находится в положении ложного нуля, фазы указанных напряжений будут отличаться на 180°. Соотношение фаз определяется с помощью осциллографа или вольтметра переменного тока. При определении соотношения фаз с помощью вольтметра необходимо соединить между собой клеммы C_3 и P_2, а вольтметр подключить к клеммам C_1 и P_1. Если ротор сельсина находится в положении истинного нуля, то вольтметр покажет минимальное напряжение (около половины напряжения возбуждения). В положении ложного нуля вольтметр покажет напряжение, большее напряжения возбуждения.

7.2.8. Установка нуля дифференциального сельсина

Для установки на нуль дифференциальных сельсинов необходимо к клеммам C_1 и C_2 (рис. 149) подать напряжение, примерно равное $^2/_3$ рабочего. Клемму P_1 соединить с клеммой C_2 и подключить вольтметр к клеммам C_1 и P_1. Статор сельсина вращать до тех пор, пока показания вольтметра не станут минимальными. Сельсин при этом будет установлен на нуль, хотя может быть несколько удален от нуля вследствие того, что при этом под током находится только часть обмоток и любая несимметрия может вызвать неточность. Чтобы уточнить положение нуля, необходимо приложить напряжение между клеммами C_2 и соединенными вместе клеммами C_1 и C_3. Подключить вольтметр к клеммам P_1 и P_2 и повернуть статор сельсина на такой малый угол, при котором показания вольтметра будут минимальными.

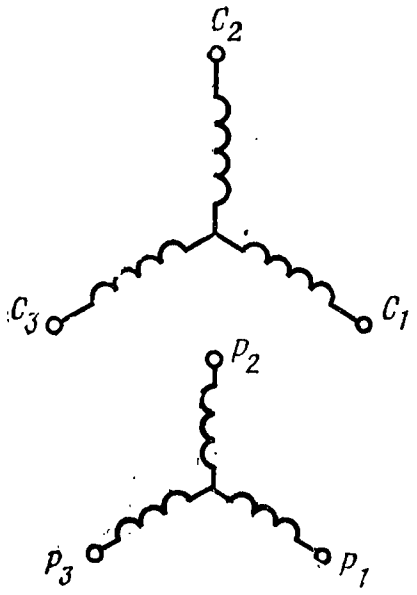


Рис. 149. Дифференциальный сельсин-датчик в положении электрического нуля

7.3. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АНТЕННОЙ

7.3.1. Общие указания

Перед выполнением всех видов работ, связанных с вращением антенны, необходимо выполнять следующие требования:

отгоризонтировать станцию или антенную колонку;

освободить антенну от чехлов;

установить в рабочее положение антенную колонку и антенну;

снять со стопоров антенну;

убедиться в том, что в зоне вращения антенны отсутствуют люди и посторонние предметы;

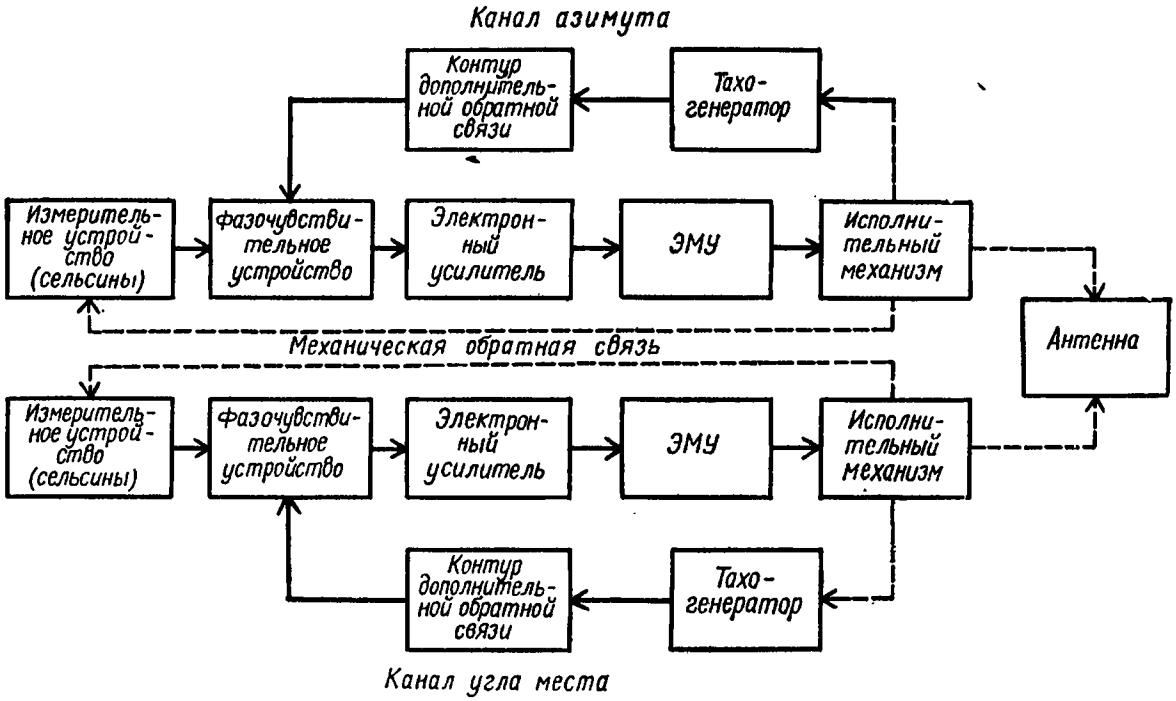


Рис. 150. Структурная схема системы управления антенной

строго соблюдать порядок включения приводных двигателей системы управления антенной.

При отыскании неисправностей в системе управления антенной (СУА) необходимо пользоваться также указаниями, приведенными в п. 7.2.1.

Конструктивные особенности СУА позволяют облегчить отыскание неисправностей путем анализа признаков неисправности в различных режимах работы системы. Кроме того, в систему управления антенной, как правило, входят независимые один от другого канал азимута и канал угла места (рис. 150). Это позволяет установить неисправность путем замены узлов или блоков одного канала однотипными узлами или блоками другого канала, которые можно считать заведомо исправными.

7.3.2. Характерные неисправности и методы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей системы управления антенной следует пользоваться Перечнем (табл. 36).

Таблица 36

Перечень
наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Антенна вращается рывками	Отсутствие контакта в щетках сельсинов, в щетках электродвигателя привода антенны или в щетках токосъемников	Почистить кольца коллекторов сельсинов, электродвигателя, кольца токосъемника. Отрегулировать давление щеток на коллектор. Заменить изношенные щетки
	Заедание в редукторах	Проверить шестерни и подшипники редукторов, прочистить, заменить смазку. Заменить неисправные детали
Антенна не поддается управлению по азимуту и углу места	Отсутствует напряжение питания	Заменить предохранители, отремонтировать источники питания в соответствии с указаниями разд. 6 настоящей части Руководства
Антенна не поддается управлению только по азимуту или углу места	Обрывы в цепях управляющего сигнала	Устранить обрывы
	Выход из строя электронных усилителей, ЭМУ, исполнительного электродвигателя соответствующего канала	Заменить неисправный элемент в соответствующем канале
При неподвижных штурвалах ручного управления антенна движется по азимуту или по углу места	Не сбалансированы фазочувствительные выпрямители, усилители	Сбалансировать фазочувствительные выпрямители, усилители в соответствии с указаниями ИЭ
	Замыкают витки обмоток ЭМУ	Заменить ЭМУ
При резкой остановке антенна совершает медленно затухающие колебания или самопроизвольно колеблется по азимуту или углу места	Неверно установлена величина или фаза сигнала отрицательной обратной связи	Увеличить сигнал обратной связи регулировками, правильно установить фазу сигнала обратной связи в соответствии с указаниями ИЭ
	Слишком велик коэффициент усиления усилителя	Уменьшить коэффициент усиления усилителя регулировками
	Велик люфт в механизмах передачи вращения	Уменьшить люфты в механизмах передачи вращения регулировками или заменой изношенных деталей
	Отсутствует сигнал обратной связи с тахогенератора	Проверить цепи подачи сигнала от тахогенератора к усилителю и

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
		устранить нарушения. Произвести ремонт тахогенератора в соответствии с указаниями части 1 настоящего Руководства
Антенна вяло управляется по азимуту или углу места. Число колебаний антенны при резкой остановке меньше установленного в эксплуатационной документации	Неверно установлена величина сигнала отрицательной обратной связи	Уменьшить величину сигнала обратной связи регулировками
	Мал коэффициент усиления усилителя прямого канала	Увеличить коэффициент усиления прямого канала регулировками. Выявить неисправный элемент в усилителе и заменить его
Антенна не вращается в режиме кругового обзора	Неисправны цепи, задающие вращение в режиме кругового обзора	Устранить неисправность в цепях, задающих вращение антенны в режиме кругового обзора
Антенна не управляется в режиме секторного обзора	Неисправны узлы, задающие колебательное движение антенны	Устранить неисправность в цепях, задающих колебательное движение антенны
Неуверенное автосопровождение цели по угловым координатам при малой амплитуде отраженного сигнала	Неправильно установлены режимы работы канала автосопровождения	Отрегулировать режимы работы канала автосопровождения
	Не сбалансирована СУА	Сбалансировать СУА
Отсутствует автосопровождение цели по угловым координатам	Отсутствует опорное напряжение	Проверить цепи подачи опорного напряжения и генератор опорного напряжения. Устранить обрывы, заменить генератор
	Неправильно установлены соотношения фаз опорного напряжения и сигнала ошибки	Установить соотношение фаз опорного напряжения и сигнала в соответствии с указаниями ИЭ
	Неисправны каскады канала автосопровождения	Проверить канал автосопровождения, заменить неисправный элемент
Большие ошибки автосопровождения цели по угловым координатам	Мал коэффициент усиления усилителя следящей системы	Увеличить коэффициент усиления следящей системы регулировками
	Велик сигнал обратной связи	Уменьшить величину сигнала обратной связи регулировками
	Велики люфты в кинематических передачах силовых приводов	Отрегулировать люфты в кинематических передачах или заменить изношенные шестерни или другие детали

Окончание табл. 36

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
	Увеличены нагрузки на силовые приводы	Почистить и смазать кинематические передачи силовых приводов, заменить неисправные подшипники или другие детали
	Не отрегулирован канал автосопровождения	Отрегулировать канал автосопровождения в соответствии с указаниями ИЭ
При переходе с ручного управления на автоматическое станция теряет цель	Неисправны цепи ограничения обратной связи	Отрегулировать уровень ограничения обратной связи, заменить неисправный элемент цепи ограничения
При подходе антенны к крайнему верхнему или крайнему нижнему положению привод антенны не выключается и антенна ударяется о жесткие упоры	Неправильно установлены пределы срабатывания концевых микровыключателей	Отрегулировать пределы срабатывания микровыключателей
	Неисправен верхний или нижний микровыключатель	Заменить неисправный микровыключатель
	Неисправна схема торможения по углу места	Заменить неисправный элемент в схеме торможения по углу места
Антенна не сходит с упоров в крайнем верхнем или крайнем нижнем положении	Неисправна схема ограничения движения антенны по углу места	Заменить неисправный элемент в схеме ограничения движения антенны по углу места

7.3.3. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие основные технические требования к системам управления антенной:

положения ручек на панелях блоков системы;
вращение антенны по азимуту;
вращение антенны по углу места;
балансировка системы;
действие обратной связи;
работа системы при поиске;
автозахват и автосопровождение цели;
действие концевых выключателей и пределы их срабатывания.

7.3.4. Методики проверки технических требований

Положения органов управления на панелях блоков СУА должны соответствовать требованиям ИЭ. Проверять внешним осмотром.

Направление вращения антенны и указателей (шкал) по азимуту должно совпадать с направлением вращения штурвала ручного управления. Антенна должна вращаться плавно, без рывков и заеданий, и не совершать самопроизвольных колебаний.

Проверять в такой последовательности:

включить станцию;

при плавном вращении штурвала ручного управления по азимуту по ходу часовой стрелки проверить направление вращения антенны; антенна при этом должна вращаться по ходу часовой стрелки;

проверить направление вращения указателей (шкал) азимута; при вращении штурвала ручного управления по ходу часовой стрелки указатели (шкалы) азимута также должны вращаться по ходу часовой стрелки;

когда антенна совершит 2—3 оборота, изменить направление вращения штурвала азимута; при этом антенна и указатели (шкалы) азимута должны вращаться против хода часовой стрелки.

Направление движения антенны и указателей (шкал) по углу места должно соответствовать направлению вращения штурвала по углу места. При движении антенны не должно быть рывков, заеданий и самопроизвольных колебаний.

Проверять в такой последовательности:

включить станцию;

при плавном вращении штурвала ручного управления по углу места по ходу часовой стрелки проверить направление движения антенны, которая должна плавно двигаться снизу вверх;

проверить направление вращения указателей (шкал) угла места, показания которых должны увеличиваться;

изменить направление вращения штурвала угла места, что должно вызвать движение антенны вниз и указателей (шкал) угла места в обратном направлении.

Сбалансированная система управления антенной должна отвечать следующим требованиям:

при неподвижных штурвалах ручного управления по азимуту и углу места и при смене положений переключателя контроля баланса антенна должна оставаться неподвижной;

при повороте штурвала ручного управления по азимуту или углу места на некоторый угол антенна должна переместиться по азимуту или углу места на тот же угол и остановиться в новом положении.

Проверять в такой последовательности:

включить станцию;

переключатели блоков СУА поставить в рабочее положение;

установить минимально возможное усиление приемной системы, предварительно запомнив первоначальное усиление;

перевести систему в режим автоматического сопровождения;

включить двигатели управления антенной и генератор опорных напряжений; при этом антенна должна быть неподвижной;

перевести систему в режим ручного управления; при этом антенна должна быть неподвижной;

повернуть штурвал ручного управления по азимуту на некоторый угол; при этом антенна должна переместиться по азимуту на такой же угол и остановиться в новом положении;

аналогично проверить систему путем поворота штурвала ручного управления по углу места;

при самопроизвольном движении антенны по азимуту или углу места необходимо провести балансировку усилителей (УПТ, магнитных усилителей и т. п.), фазочувствительных выпрямителей (фазочувствительных демодуляторов) сигнала ошибки и обратной связи.

Фаза и величина сигнала обратной связи должны быть такими, чтобы число колебаний антенны в момент резкой остановки соответствовало числу, указанному в эксплуатационной документации.

Проверять в такой последовательности:

включить станцию;

резко повернуть и остановить штурвал азимута; при этом антенна должна повернуться и остановиться в новом положении, совершив установленное число колебаний, указанное в эксплуатационной документации;

резко повернуть и остановить штурвал угла места и убедиться, что антенна поворачивается по углу места и останавливается в новом положении, совершив установленное число колебаний, указанное в эксплуатационной документации. Если в ней не указано число колебаний, которое должна совершать антенна при резкой остановке, оно должно быть равно 2—3 полным периодам.

В режиме поиска цели антенна должна совершать колебания в горизонтальной и вертикальной плоскостях или вращаться вкруговую в соответствии с установленным режимом поиска.

Проверять в такой последовательности:

включить станцию;

переключателем рода работы СУА включить режим кругового обзора;

убедиться в том, что антенна вращается плавно, без рывков, со скоростью, указанной в эксплуатационной документации;

включить секторный режим работы СУА;

убедиться в том, что при секторном поиске антенна совершает колебания по установленному закону со скоростью, указанной в эксплуатационной документации.

Автозахват цели должен осуществляться при отведении антенны вправо или влево, вверх или вниз от направления точного пеленга на величину, указанную в эксплуатационной документации.

Проверять в такой последовательности:

включить станцию;

штурвалами (кнопками) азимута и угла места навести антенну на местный предмет, совместив электронный визир с отметкой от местного предмета;

перевести систему в режим автосопровождения; при этом электрическая ось антенны должна устанавливаться в направлении на местный предмет;

перевести систему в режим ручного управления антенной;

отвести антенну по азимуту вправо или влево на величину, указанную в эксплуатационной документации от направления точного пеленга;

перевести систему в режим автосопровождения; при этом антенна должна вновь установиться в направлении на местный предмет;

повторить данную операцию при отклонении антенны в противоположную сторону;

аналогично провести проверку при отклонении антенны по углу места.

Срабатывание концевых выключателей должно быть в пределах угла места, указанного в эксплуатационной документации.

Проверять в такой последовательности:

включить станцию;

перевести СУА в режим ручного управления;

медленно вращая штурвал ручного управления по углу места, повернуть антенну в верхнее положение; при определенных углах места должен сработать верхний концевой микровыключатель (пределы срабатывания микровыключателя указаны в эксплуатационной документации), а антенна в этот момент должна резко уменьшить скорость и остановиться, не доходя до жестких механических упоров;

изменить направление вращения штурвала угла места, что должно вызвать движение антенны вниз;

вращением штурвала ручного управления повернуть антенну в крайнее нижнее положение; при определенных углах места, указанных в эксплуатационной документации, должен сработать нижний концевой микровыключатель, а антенна в этот момент должна резко уменьшить скорость и остановиться, не доходя до жестких механических упоров;

изменить направление вращения штурвала, что должно вызвать движение антенны вверх.

При быстром движении антенны в крайнее верхнее или нижнее положение антенна может доходить до жестких механических упоров без резких ударов.

8. СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ОТ АКТИВНЫХ ПОМЕХ

8.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В настоящем разделе приведены общие сведения, а также сведения по ремонту системы защиты с автоматической и ручной перестройкой частоты и системы защиты от несинхронных импульсных помех.

Система с автоматической и ручной перестройкой частоты предназначена для защиты станции от активных помех методом смены рабочей частоты.

Система перестройки частоты состоит из автоматических устройств, обеспечивающих установку любых заранее выбранных фиксированных рабочих частот в диапазоне станции и автоматический переход с одной фиксированной частоты на другую. Во время перестройки излучения электромагнитной энергии в пространство не происходит.

Помимо автоматической перестройки волн переход на другие фиксированные волны может осуществляться вручную путем нажатия соответствующих кнопок, расположенных на пульте управления.

Перестройка станции происходит с помощью электродвигателей автоматов или пневматическими исполнительными механизмами.

Система защиты от несинхронных импульсных помех основана на использовании вычитающего потенциалоскопа. В результате вычитания на выходе приемника оказываются скомпенсированными помехи со стороны соседних радиолокационных станций, работающих несинхронно с данной станцией.

8.2. СИСТЕМА ЗАЩИТЫ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ И РУЧНОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ ЧАСТОТЫ

8.2.1. Общие сведения

Структурная схема системы с автоматической и ручной перестройкой частоты приведена на рис. 151.

Работа системы автоматической перестройки частоты основана на выделении постоянной составляющей огибающей сигнала помехи, поступающего на вход приемного устройства.

С выхода предварительного усилителя промежуточной частоты приемного устройства сигнал помехи поступает на канал автоматической перестройки станции.

Структурная схема канала автоматической перестройки станции приведена на рис. 152. Для того чтобы система перестройки не срабатывала от импульса генератора СВЧ, отражений от местных предметов и пассивных помех, на усилитель промежуточной частоты подаются запирающие селекторные импульсы от генератора селекторных импульсов.

Генератор селекторных импульсов запускается от блока импульсов запуска станции.

В результате действия запирающих импульсов сигнал непрерывно излучаемой помехи в усилителе промежуточной частоты преобразуется и на его выходе получается последовательность импульсов сигнала помехи. Эти импульсы преобразуются в детекторе в управляющее напряжение (например, пилообразное напряжение), содержащее постоянную составляющую.

Управляющее напряжение усиливается усилителем низкой частоты. С выхода усилителя низкой частоты сигналы поступают че-

Рис. 151. Структурная схема системы с автоматической и ручной перестройкой частоты

рез фиксатор уровня на выходной каскад. Фиксатор уровня фиксирует нижний уровень приходящего сигнала на уровне, соответ-

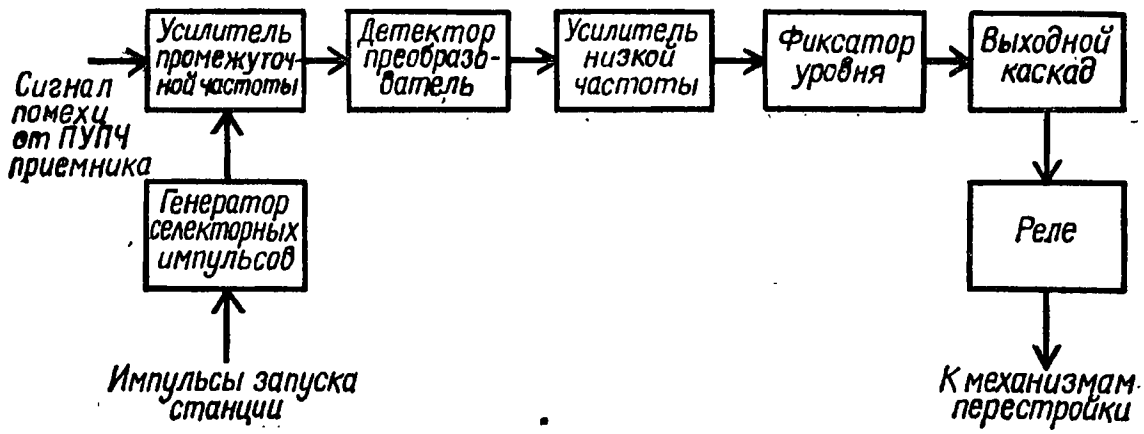


Рис. 152. Структурная схема канала автоматической перестройки станции

ствующем чувствительности выходного каскада. До прихода сигнала достаточной величины выходной каскад заперт регулируемым отрицательным напряжением, величина которого определяет

чувствительность системы автоматической перестройки станции к воздействию помех.

Нагрузкой выходного каскада является реле, включающее цепи питания механизмов перестройки. При появлении активной помехи достаточной величины реле включает цепи питания механизмов перестройки.

Механизмы перестройки устанавливают рабочие органы элементов перестройки передатчика, антенного переключателя и приемника в положение, соответствующее заданной частоте. В механизмах перестройки предусмотрена возможность установки фиксированных частот в диапазоне частот станции.

Кроме автоматической возможна и ручная перестройка станции с помощью кнопочного устройства пульта перестройки.

При нажатии кнопки на пульте перестройки подается напряжение на механизмы перестройки, и они перестраивают устройства (передатчик, антенный переключатель и приемник) на заданную частоту в диапазоне частот станции.

Для того чтобы во время перестройки излучения электромагнитной энергии не происходило, механизм, перестраивающий передатчик, прерывает цепь подачи запускающих импульсов или цепь подачи анодного напряжения на модулятор.

В некоторых типах станций антенный переключатель имеет широкую полосу пропускания, вследствие чего он не перестраивается.

В системах с ручной перестройкой частоты отсутствует (рис. 151) канал автоматической перестройки станции. Перестройка станции с системой ручной перестройки на заданную частоту осуществляется аналогично ручной перестройке в системе с автоматической и ручной перестройкой.

8.2.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей следует пользоваться Перечнем (табл. 37).

Таблица 37

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Механизм перестройки № 1 не работает	Сильно загрязнен ходовой винт и гайка	Вскрыть автомат, протереть винт и гайку сухой тряпкой, смазать винт и гайку смазкой ЦИАТИМ-201

Окончание табл. 37

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Перегорел предохранитель в цепи питания якоря электродвигателя и не проворачивается штурвал ручной настройки	Заклинила муфта механизма перестройки № 1	Освободить отверткой якорь муфты, отстопорить регулировочное кольцо на муфте и поворотом кольца на 0,5—1 оборот против хода часовой стрелки отрегулировать нажим пружины так, чтобы муфта срабатывала. Застопорить регулировочное кольцо
Механизмы перестройки № 1, 2 и 3 или один из механизмов не работают	Перегорел контакт в соответствующей кнопке на пульте ручной перестройки	Найти подгоревший контакт и протереть марлей, смоченной спиртом
Механизмы перестройки № 1, 2 и 3 или один из автоматов работают только в одну сторону	Отсутствует контакт на одном из полуколец механизмов перестройки	Поджать контактные пружины, протереть контактные полукольца марлей, смоченной спиртом

8.2.3. Проверяемые технические требования

После устранения неисправностей система защиты подлежит проверке по следующим техническим требованиям:

обеспечение установки рабочих органов перестраиваемых устройств станции (передатчика, антенного переключателя, приемника) в положения, соответствующие заданным частотам;

обеспечение перестройки станции на заданные частоты при ручном управлении;

время перестройки;

точность повторной установки частоты;

обеспечение системой автоматической перестройки станции перестройки на заданную частоту при подаче на вход приемного устройства станции сигналов, имитирующих помехи;

длительность импульсов генератора селекторных импульсов.

Для систем только ручной перестройки частоты проверять первые четыре параметра. Перед проверкой осмотреть и смазать механизмы перестройки и исполнительные электродвигатели в соответствии с указаниями ИЭ.

8.2.4. Методика проверки технических требований

Внимание! При проверке и настройке системы перестройки станции соблюдать требования по радиомаскировке. К выходу передающего устройства или к выходу антенного переключателя подключить эквивалент антенны.

Система перестройки при ручном управлении должна обеспечивать установку рабочих органов устройств станции (передатчика, антенного переключателя, приемника) в положения, соответствующие заданным частотам.

Проверять в следующем порядке:

включить станцию без включения высокого напряжения;

нажать кнопку кнопочного устройства на пульте перестройки;

проверить правильность установки рабочих органов устройств станции по шкалам или делениям на исполнительных органах механизмов перестройки; показания шкал или число делений, соответствующие установленной частоте, обычно приведены в формуляре или ИЭ;

продолжить проверку при нажатии остальных кнопок на пульте перестройки.

Если механизм перестройки не срабатывает, проверить кнопочное устройство, цепь подачи питающих напряжений на пульт перестройки и на механизм перестройки, электродвигатель механизма, осмотреть узлы механизма перестройки. Ремонт узлов и электродвигателя механизма перестройки проводить в соответствии с указаниями части 1 настоящего Общего руководства.

Система перестройки при ручном управлении должна обеспечивать перестройку станции на заранее заданные частоты в диапазоне частот станции (величины частот указаны в формуляре).

Перестройка станции должна происходить за время, указанное в формуляре, без излучения высокочастотной энергии в пространство.

Проверять в следующем порядке:

подключить к выходу передатчика эквивалент антенны;

включить станцию;

подключить к разъему контроля частоты генератора передатчика частотомер (при отсутствии такого разъема поднести виток связи резонансного частотомера к разряднику антенного переключателя);

нажать кнопку кнопочного устройства пульта перестройки и включить секундомер;

включить секундомер в момент появления тока магнетрона (или в момент появления свечения разрядников антенного переключателя);

измерить частотомером частоту, на которую перестроилась станция;

перестраивая станцию, поочередным нажатием кнопок кнопочного устройства пульта проверить соответствие устанавливаемых частот требуемым.

Если система перестройки не перестраивает станцию, настроить систему перестройки по методике, изложенной в ИЭ.

При излучении высокочастотной энергии в пространство во время перестройки (светятся разрядники антенного переключателя) проверить блокировку, прерывающую цепь подачи запускающих импульсов, либо цепь подачи анодного напряжения на модулятор.

Если время перестройки не соответствует требуемому, проверить электродвигатель и в случае необходимости отрегулировать резистор в цепи питания электродвигателя.

Точность повторной установки частоты после многократной (не менее трех раз) перестройки должна соответствовать требованиям, приведенным в формуляре.

Проверять частотомером, подключенным к разъему контроля частоты, при многократной перестройке станции на каждой заданной частоте при выключенной системе АПЧ.

Точность повторной установки частоты определяется в основном точностью работы механизмов перестройки, поэтому при невыполнении требования следует настроить механизмы перестройки в соответствии с ИЭ, проверить и отремонтировать узлы механизмов перестройки по методике, изложенной в части 1 настоящего Общего руководства.

Система автоматической перестройки частоты должна обеспечивать перестройку на другую частоту в диапазоне станции при превышении мощности сигнала, имитирующего помехи, над чувствительностью приемного устройства на величину, указанную в ТО или ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

включить станцию;

установить регулировкой, определяющей чувствительность системы автоматической перестройки станции к воздействию сигнала помехи, напряжение смещения выходного каскада, равное величине, указанной в ИЭ или ТО;

подать от генератора стандартных сигналов, включенного в режим непрерывной генерации, на вход приемной системы напряжение с частотой, равной частоте, на которую настроена станция, и мощностью, превышающей чувствительность (величина указана в формуляре) приемного устройства на величину, указанную в ТО или ИЭ; при этом механизмы перестройки должны сработать.

частотомером, подключенным к разъему контроля частоты передатчика, проконтролировать частоту, на которую перестроилась станция.

Убедиться, что система автоматической перестройки станции не срабатывает от переключений, производимых в станции (переключение с ручной регулировки усиления на АРУ, включение и выключение электродвигателей, реле, блоков и т. д.).

Если система автоматической перестройки не перестраивает станцию регулировкой, определяющей чувствительность системы автоматической перестройки станции к воздействию сигнала помехи, добиться срабатывания механизмов перестройки, проверить реле выходного каскада, режимы питания выходного каскада, фиксатора уровня, усилителя низкой частоты, усилителя промежуточной частоты, проверить детектор и резистор в цепи нагрузки детектора, длительность импульсов на выходе генератора селекторных импульсов, полосу пропускания усилителя промежуточной ча-

стоты канала автоматической перестройки станции по методике разд. 3 настоящей части Общего руководства.

В случае превышения выходного напряжения, при котором станция перестраивается по сравнению с требуемой величиной, проверить коэффициент усиления усилителей промежуточной и низкой частоты по методике разд. 3 настоящей части Общего руководства.

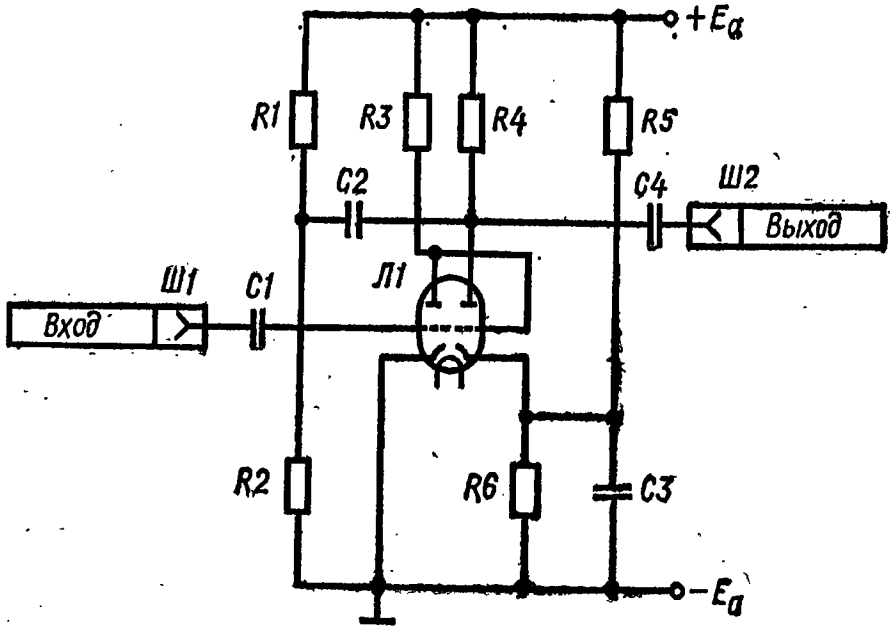


Рис. 153. Принципиальная электрическая схема ждущего мультивибратора

Если механизмы перестройки срабатывают от переключений, производимых в станции, регулировкой, определяющей предел изменения чувствительности системы автоматической перестройки станции, добиться прекращения срабатывания механизмов перестройки.

Длительность импульса генератора селекторных импульсов должна соответствовать величине, указанной в ТО или ИЭ.

Проверка и регулировка для выполнения данного требования изложены на примере принципиальной электрической схемы ждущего мультивибратора (рис. 153).

Подать на вход ждущего мультивибратора импульсы запуска от генератора импульсов (или от блока импульсов запуска станции). Подключить осциллограф с калибратором длительности к выходу ждущего мультивибратора. Включить осциллограф в режим ждущей развертки с синхронизацией от генератора импульсов и измерить длительность импульса.

Длительность импульса определяется временем разряда конденсатора С2. В случае если длительность импульса меньше требуемой, следует увеличить время разряда конденсатора С2, т. е. увеличить сопротивления резисторов R2 и R6.

8.3. СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ НЕСИНХРОННЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ

8.3.1. Общие сведения

Структурная схема системы защиты от несинхронных импульсных помех с использованием вычитающего потенциалоскопа приведена на рис. 154.

Усиленные входным усилителем видеоимпульсы эхо-сигналов и шумы поступают на вычитающее устройство по двум каналам: через ограничитель и непосредственно с выходного усилителя. Ограниченные до уровня плотной части шумов видеоимпульсы эхо-сигналов поступают в смеситель вычитающего устройства, где смешиваются с импульсами запуска развертки. Полученное напряжение со смесителя поступает на вычитающий каскад (вычитающий каскад представляет собой ограничитель по переменному уровню) и является регулирующим в процессе ограничения видеоимпульсов эхо-сигналов и шумов, поступивших по второму каналу непосредственно с входного усилителя.

С выхода вычитающего устройства ограниченные видеоимпульсы эхо-сигналов (амплитуда их равна разности амплитуд видеоимпульсов эхо-сигналов и регулирующего напряжения) поступают на формирующее устройство, в котором преобразуются в импульсы одинаковой амплитуды и длительности.

Генератор спиральной развертки позволяет получить на мишени потенциалоскопа интегрирующего устройства спиральную развертку электронного луча.

Пачки синусоидальных колебаний, длительность которых зависит от длительности импульсов генератора запуска развертки, с генератора ударного возбуждения подаются на усилители вертикального (через фазосдвигающую цепочку) и горизонтального отклонений.

Усиленные в усилителях синусоидальные колебания подаются на отклоняющую систему потенциалоскопа интегрирующего устройства и создают спиральную развертку.

Интегрирующее устройство предназначено для выделения импульсов несинхронных помех из импульсных сигналов, поступающих с приемного устройства.

Регулярно повторяющиеся импульсы эхо-сигналов от местных предметов и целей интегрирующее устройство отделяет от импульсов несинхронных помех путем изменения полярности эхо-сигналов.

Усилитель выхода ограничивает импульсы несинхронных помех и усиливает импульсы эхо-сигналов.

8.3.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей системы защиты следует пользоваться Перечнем (табл. 38).

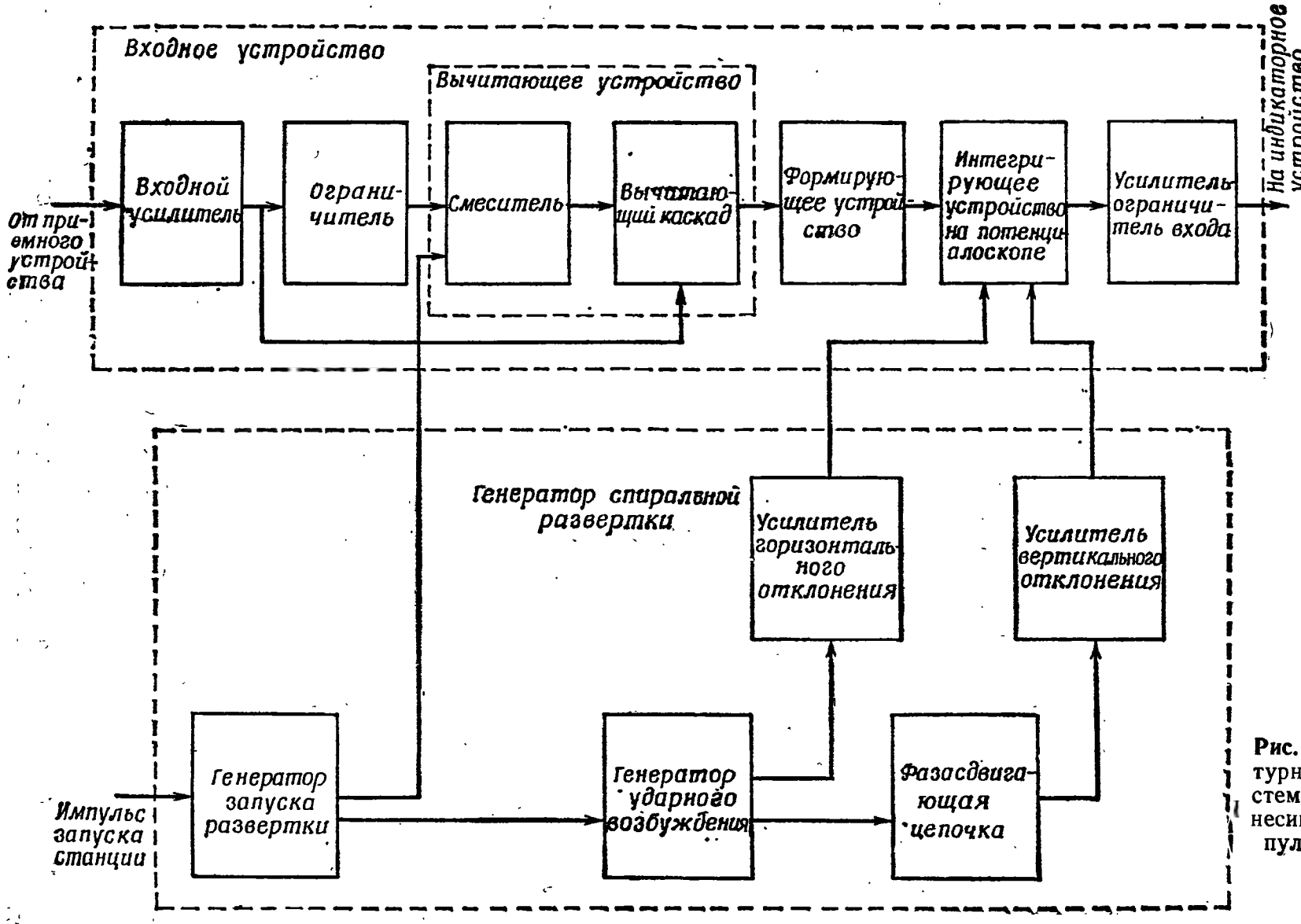


Рис. 154. Структурная схема системы защиты от несинхронных импульсных помех

Таблица 38

Перечень
наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Отсутствует импульс запуска развертки	Неисправен генератор запуска развертки	Заменить лампу генератора
Отсутствует напряжение на выходе генератора ударного возбуждения или напряжение не соответствует осциллограмме, изображенной на рис. 159	Неисправен генератор ударного возбуждения	Заменить лампу генератора
Отсутствует напряжение на выходе усилителя горизонтального отклонения или напряжение не соответствует осциллограмме *Б*, изображенной на рис. 160	Неисправна лампа усилителя	Заменить лампу усилителя
Отсутствует напряжение на выходе усилителя вертикального отклонения или напряжение не соответствует осциллограмме *а*, изображенной на рис. 160	Неисправна лампа усилителя	Заменить лампу усилителя
Отсутствуют отрицательные импульсы после схемы вычитающего устройства	Неисправна лампа Л1 или Л2 (рис. 155)	Заменить неисправную лампу
	Неисправен переменный резистор УРОВЕНЬ ВЫЧИТАНИЯ (R12)	Заменить переменный резистор R12
Отсутствуют или не регулируются сигналы формирующего устройства	Неисправна лампа Л1 каскада формирующего устройства (рис. 156)	Заменить лампу Л1
Нет сигналов на выходе интегрирующей трубки (потенциалоскопе)	Вышла из строя интегрирующая трубка	Заменить интегрирующую трубку
	Неисправна лампа стабилизатора накального напряжения потенциалоскопа (бареттер)	Заменить бареттер
На экране индикатора около центра наблюдаются концентрические шумовые круги	Высокое напряжение не соответствует номинальной величине	Установить высокое напряжение согласно номинальной величине
	Недостаточная фокусировка луча трубки	Сфокусировать изображение луча
На экране индикатора по всей дистанции наблюдаются концентрические круги	Отсутствует смещение на модуляторе трубки	Проверить цепи смещения, заменить неисправные элементы

8.3.3. Проверяемые технические требования

После устранения неисправностей система защиты подлежит проверке по следующим техническим требованиям:

уровень вычитания вычитающего устройства;

амплитуда и длительность импульсов формирующего устройства;

амплитуда и длительность импульсов генератора запуска развертки;

амплитуда и частота синусоидальных колебаний генератора ударного возбуждения;

амплитуда и форма синусоидальных колебаний на выходе усилителей вертикального и горизонтального отклонений;

уменьшение помех системой защиты от несинхронных импульсных помех.

8.3.4. Методика проверки технических требований

Для проверки требований подать на вход входного устройства (рис. 154) от генератора импульсов импульсы с параметрами, указанными в ТО или ИЭ, и импульсы синхронизации на осциллограф.

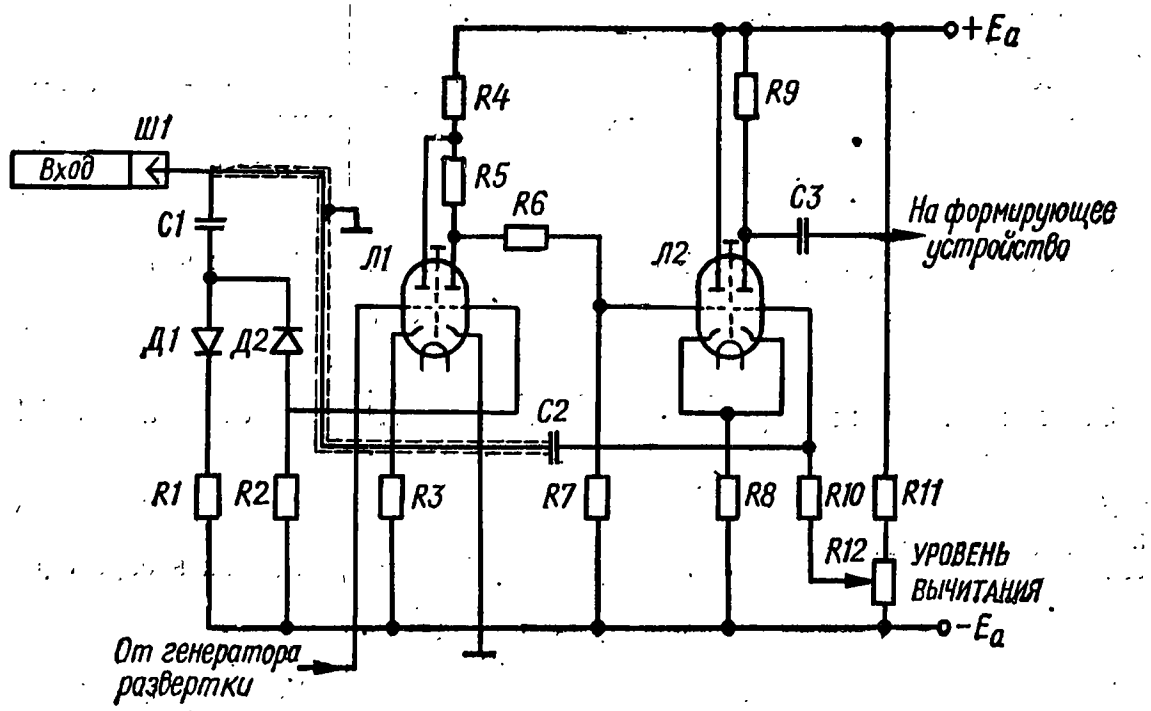


Рис. 155. Принципиальная электрическая схема вычитающего устройства

Вычитающее устройство не должно пропускать сигналы амплитудой, указанной в ТО или ИЭ, при наибольшем уровне вычитания.

В других положениях регулировки уровня вычитания устройство должно пропускать сигналы амплитудой, превышающей амплитуду уплотненной части шумов, поступающих с приемной системы.

Проверка и регулировка для выполнения данного требования изложены в тексте на примере принципиальной электрической схемы вычитающего устройства (рис. 155).

Подключить к выходу вычитающего устройства осциллограф, включенный в режим ждущей развертки.

Подать импульсы запуска на вход генератора спиральной развертки от генератора импульсов.

Установить осью переменного резистора УРОВЕНЬ ВЫЧИТАНИЯ (R12) наибольший уровень вычитания; при этом на экране осциллографа сигналы должны отсутствовать.

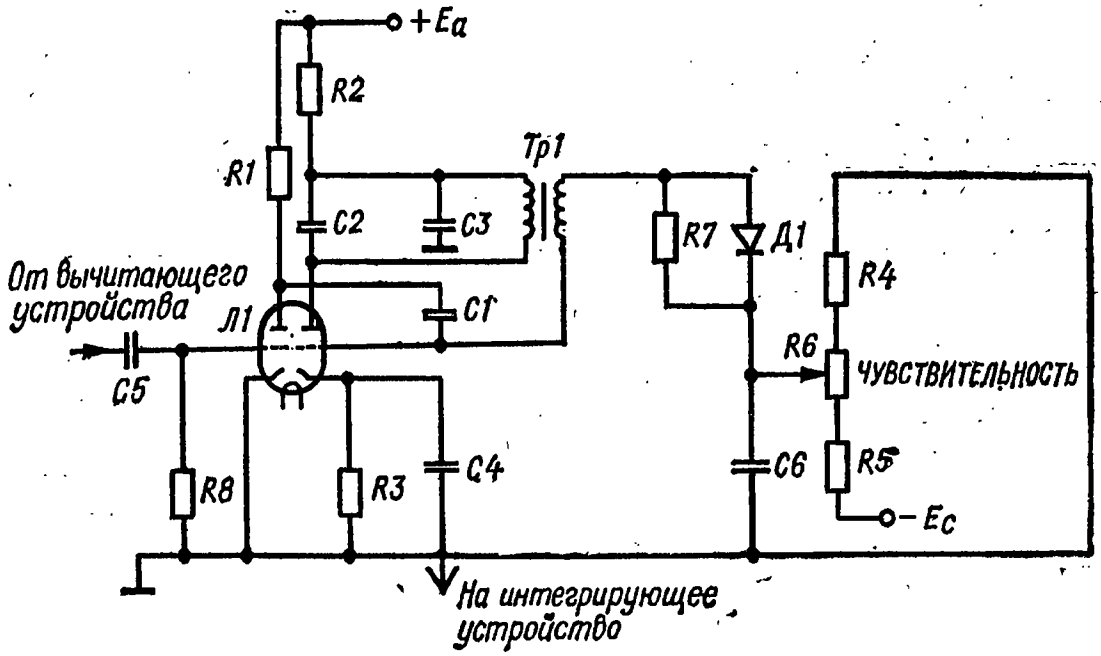


Рис. 156. Принципиальная электрическая схема формирующего устройства

Уменьшить амплитуду импульсов генератора импульсов до амплитуды плотной части шумов (предварительно осциллографом измерить амплитуду плотной части шумов, поступающих с приемной системы).

Установить уровень вычитания, отличный от наибольшего; при этом на экране осциллографа должны быть импульсы отрицательной полярности.

Если при наибольшем уровне вычитания на экране осциллографа просматриваются импульсы, проверить наличие на управляющей сетке правой половины лампы Л2 положительного напряжения; резисторы R10, R11 и R12. При отсутствии импульсов на экране осциллографа при уровне ограничения, отличном от наибольшего, проверить диоды Д1 и Д2, лампы Л1 и Л2, режим питания каскадов на этих лампах, резисторы R1 и R2, конденсаторы C1 и C2.

Импульсы на выходе формирующего устройства должны иметь параметры, указанные в ИЭ или ТО.

Проверка и регулировка для выполнения требования изложены на примере принципиальной электрической схемы формирующего устройства (рис. 156).

Каскад на левой половине лампы Л1 является видеоусилителем. Каскад на правой половине лампы Л1 является ждущим блокинг-генератором с малым временем восстановления.

Видеосигнал, пришедший на управляющую сетку видеоусилителя, усиливается видеоусилителем.

При отсутствии видеосигнала с видеоусилителя правая половина лампы Л1 закрыта отрицательным напряжением, снимаемым с делителя на резисторах R4, R5 и R6.

При подаче видеосигнала лампа открывается, а блокинг-генератор выработает импульс. Подать импульсы запуска на вход генератора спиральной развертки от блока импульсов запуска станции (или от генератора импульсов). Осциллографом, подключенным к выходу блокинг-генератора, измерить параметры импульса.

Порог срабатывания блокинг-генератора устанавливается переменным резистором ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ (R6).

При отсутствии на выходе блокинг-генератора импульса проверить видеоусилитель по методике, описанной в разд. 3 настоящей части Руководства, импульсный трансформатор Тр1, конденсаторы С1 и С6 и лампу Л1.

Длительность импульса блокинг-генератора зависит от индуктивности импульсного трансформатора Тр1 и от постоянной времени цепи разряда (резисторы R4 и R6) времязадающего конденсатора С6. Амплитуда импульса зависит от величины сопротивления резистора R3.

Для проверки указанных ниже требований запускающие импульсы на генератор спиральной развертки и синхронизацию на осциллограф, включенный в режим ждущей развертки, подавать от блока импульсов запуска станции или от генератора импульсов.

Длительность и амплитуда импульса генератора запуска развертки должны соответствовать данным, приведенным в ТО или ИЭ.

Проверка и регулировка для выполнения данного требования изложены на примере генератора прямоугольных импульсов, принципиальная электрическая схема которого приведена на рис. 157.

Каскад на лампе Л2 является ждущим блокинг-генератором.

Каскад на лампе Л1 является ждущим мультивибратором.

Лампа Л2 блокинг-генератора закрыта отрицательным напряжением смещения до момента прихода импульса запуска. С приходом запускающего импульса блокинг-генератор выработает импульс. Этот импульс через конденсатор С3 поступает на вход мультивибратора и запускает его.

Осциллографом, подключенным к выходу генератора запуска спиральной развертки, измерить амплитуду и длительность импульса.

Длительность импульса запуска генератора спиральной развертки изменяется изменением величины переменного резистора ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАЗВЕРТКИ (R7).

При отсутствии импульса на выходе генератора запуска спиральной развертки проверить лампы Л1 и Л2, режимы питания каскадов на этих лампах, конденсаторы С3 и С4.

Если амплитуда импульсов не соответствует требуемой, проверить резисторы R1, R2, R3, R4 и R5, лампу Л1.

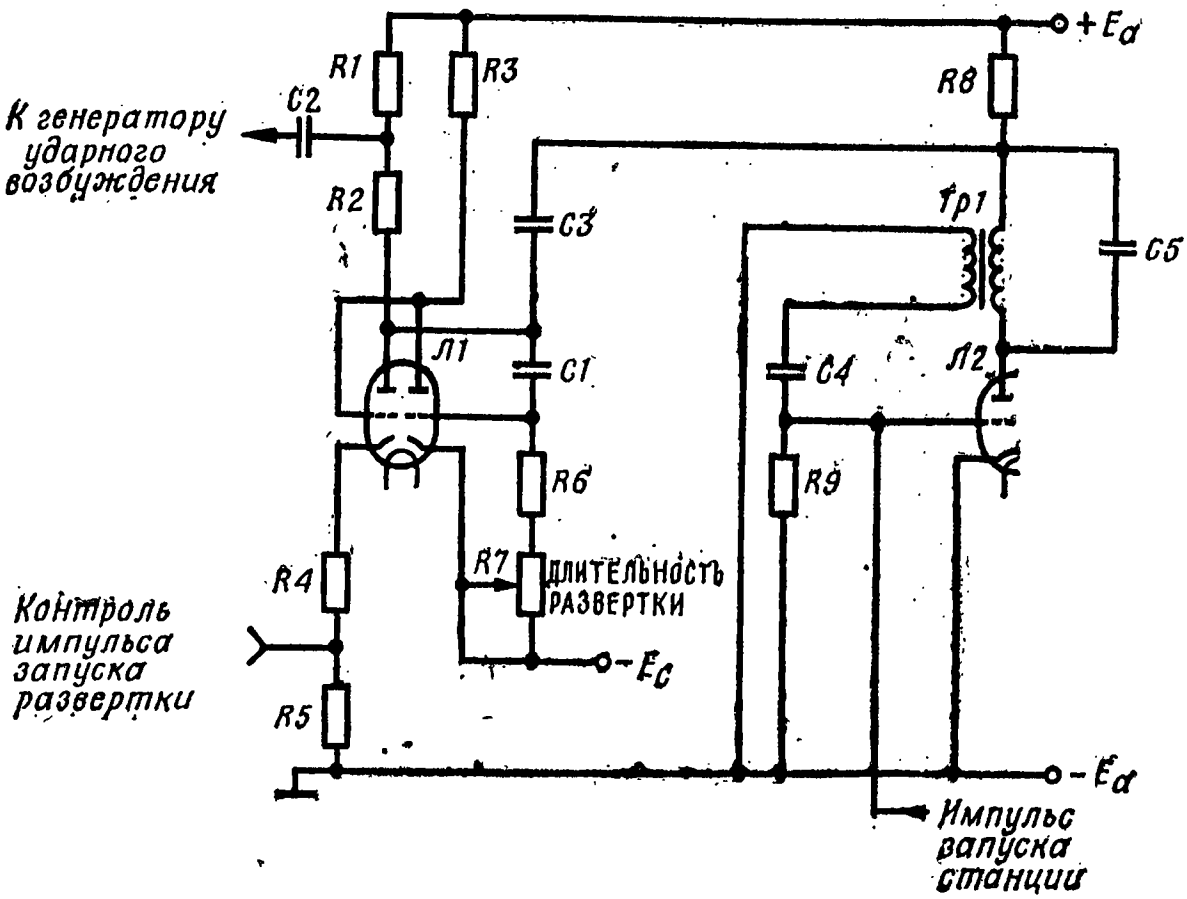


Рис. 157. Принципиальная электрическая схема генератора запуска развертки

Генератор ударного возбуждения должен вырабатывать синусоидальные колебания частотой, указанной в ТО или ИЭ.

Проверка и регулировка для выполнения требования изложены на примере принципиальной электрической схемы генератора ударного возбуждения (рис. 158).

Отрицательный импульс с генератора запуска развертки подается на управляющую сетку лампы Л1 генератора ударного возбуждения. Лампа закрывается, и в контуре ударного возбуждения L1, C1 возникают свободные колебания. С окончанием действия импульса генератора запуска спиральной развертки лампа открывается, свободные колебания в контуре L1, C1 прекращаются.

Резистор R3 и диод Д1 служат для восстановления постоянной составляющей напряжения на переходном конденсаторе С2, что необходимо для обеспечения постоянства начальной амплитуды колебаний, возбуждаемых в контуре ударного возбуждения L1, C1, при изменении частоты повторения импульсов запуска станции.

Подключить осциллограф к выходу генератора ударного возбуждения. Изменяя длительность импульса генератора запуска

развертки переменным резистором ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАЗВЕРТКИ (рис. 157), добиться получения на экране осциллографа n периодов синусоидального напряжения (число периодов указано в ТО).

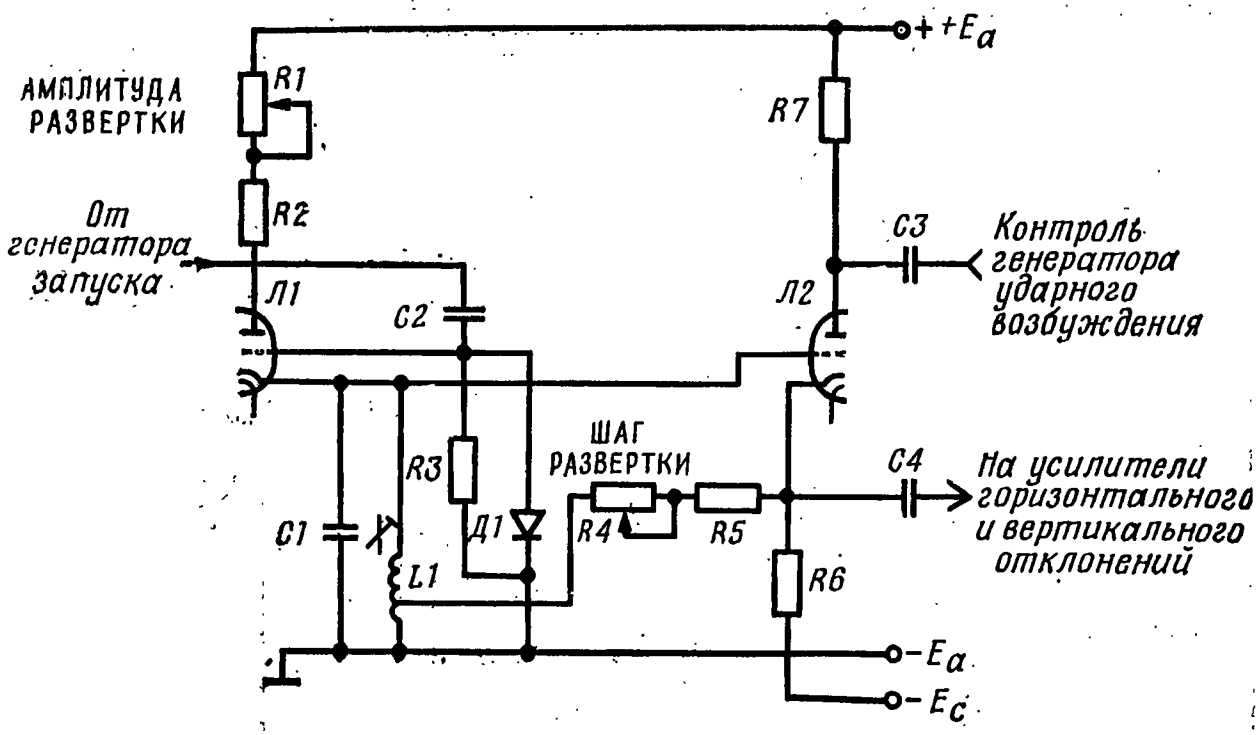


Рис. 158. Принципиальная электрическая схема генератора ударного возбуждения

Измерить длительность периодов колебаний (рис. 159).

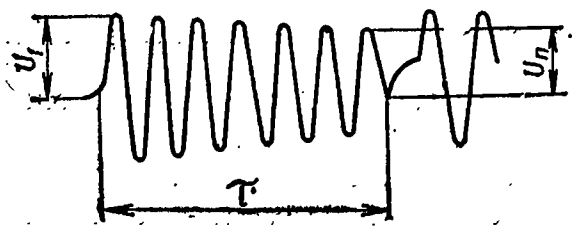


Рис. 159. Осциллограмма напряжения на выходе генератора ударного возбуждения

Частоту синусоидальных колебаний генератора ударного возбуждения определить по формуле

$$f = \frac{n}{\tau},$$

где f — частота синусоидальных колебаний генератора ударного возбуждения, Гц;

n — число периодов синусоидальных колебаний;

τ — длительность n-числа периодов синусоидальных колебаний.

В случае если частота синусоидальных колебаний не соответствует требуемой, вращением сердечника катушки L1 установить нужную частоту.

Генератор ударного возбуждения должен обеспечивать изменение амплитуды U_1 первого периода синусоидальных колебаний в пределах, указанных в ТО или ИЭ.

Проверять осциллографом на выходе генератора ударного возбуждения в двух крайних положениях оси регулировки, изменяющей амплитуду развертки. Такой регулировкой в схеме генератора ударного возбуждения (рис. 158) является переменный резистор АМПЛИТУДА РАЗВЕРТКИ (R1).

При невыполнении этого требования проверить резисторы R1 и R2, устанавливающие анодный ток лампы Л1 генератора.

Генератор ударного возбуждения должен обеспечивать возможность установки соотношения между амплитудами первого и последнего периодов колебаний в отношении, указанном в ТО или ИЭ.

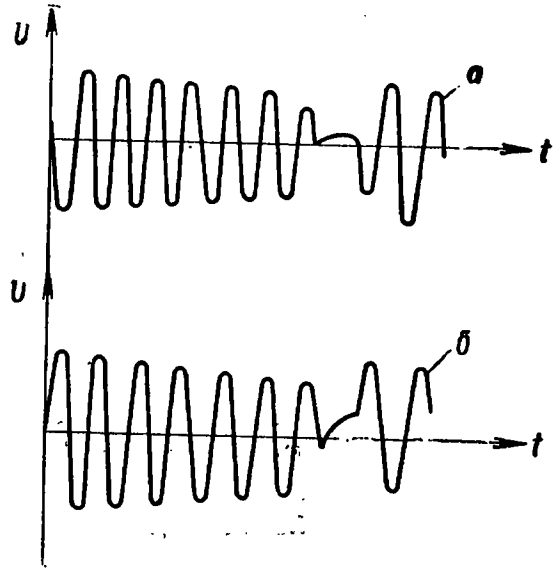


Рис. 160. Осциллограммы напряжений:

а — на выходе усилителя вертикального отклонения; *б* — на выходе усилителя горизонтального отклонения

Проверять осциллографом на выходе генератора ударного возбуждения. Соотношение между амплитудами первого U_1 и последнего U_n периодов колебаний (рис. 159) установить регулировкой, изменяющей затухание колебаний в контуре ударного возбуждения.

Для обеспечения возможности регулировки скорости изменения амплитуды и установления соотношения амплитуд первого и последнего периодов колебаний в генераторе ударного возбуждения (рис. 158) введена положительная обратная связь (через резисторы R4 и R5) с видеоусилителя на лампе Л2.

Регулировка скорости изменения амплитуды и установление соотношения амплитуд первого и последнего периодов колебаний осуществляются изменением сопротивления переменного резистора ШАГ РАЗВЕРТКИ (R4).

При невыполнении этого требования проверить лампу Л2, режим питания каскада на этой лампе, резисторы R4 и R5 в цепи положительной обратной связи.

Амплитуда первого периода синусоидальных колебаний на выходе усилителей вертикального и горизонтального отклонений должна соответствовать требованиям, указанным в ТО или ИЭ. Формы напряжений должны примерно соответствовать осциллограммам, приведенным в ИЭ.

Напряжения должны быть сдвинуты по фазе на 90°.

Проверять осциллографом на выходах усилителей вертикального и горизонтального отклонений. Фазовый сдвиг проверять визуально сравнением осциллограмм (рис. 160).

В случае когда напряжения на выходах усилителей отсутствуют или не соответствуют требуемым, проверить режимы питания каскадов усилителей.

Если фазовый сдвиг не соответствует требуемому, установить его регулировкой, изменяющей сопротивление фазосдвигающей цепи. Такой регулировкой в схеме фазосдвигающей цепи (рис. 161) является переменный резистор ФАЗА (R2).

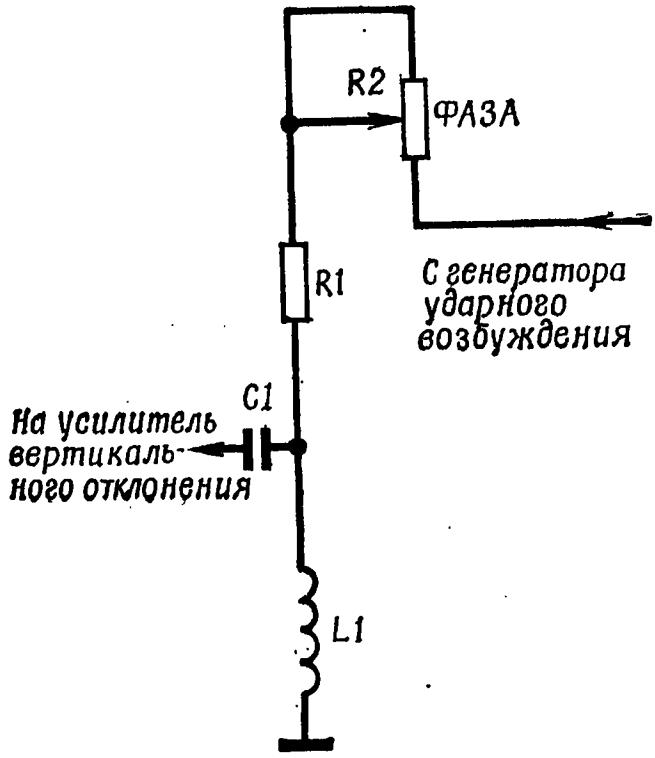


Рис. 161. Принципиальная электрическая схема фазосдвигающей цепи

В случае если регулировкой фазовый сдвиг не изменяется, проверить резисторы R1, R2 и изменить индуктивность катушки L1 вращением ее сердечника.

Система защиты от несинхронных импульсных помех должна обеспечивать уменьшение помех до уровня, не мешающего наблюдению цели на экране индикатора станции.

Проверять по методике, изложенной в ИЭ, или по схеме, изображенной на рис. 162, в следующем порядке:

подать импульсы запуска от генератора импульсов или от блока импульсов запуска станции на разъем запуска генератора спиральной развертки;

подать от имитатора сигналов на систему защиты от несинхронных импульсных помех импульсы целей, помех и шумов; параметры их (амплитуда, полярность, длительность, частота следования) приведены в ИЭ;

определить по экрану осциллографа, подключенному на выход имитатора, количество импульсов помех и число $к$; примерный вид осциллограммы приведен на рис. 163;

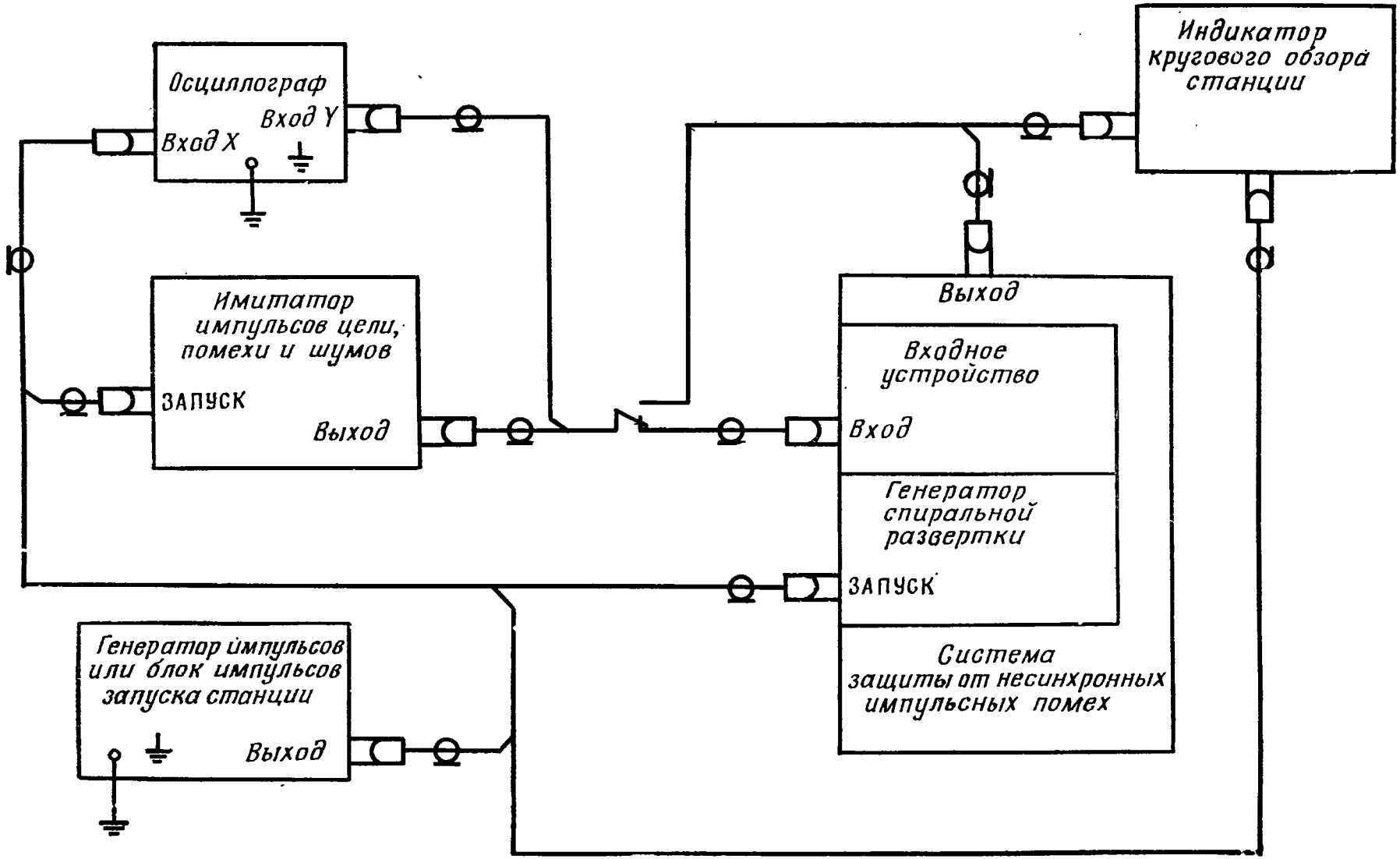


Рис. 162. Схема для проверки системы защиты от несинхронных помех

установить переключатель В1 схемы в положение 2;

вращая регулировку частоты следования импульсов помех на имитаторе, добиться, чтобы число спиралей на экране кругового обзора, пересекающих в своем движении наибольшую шкалу дальности обзора в интервале 30° поворота развертки, было 2κ;

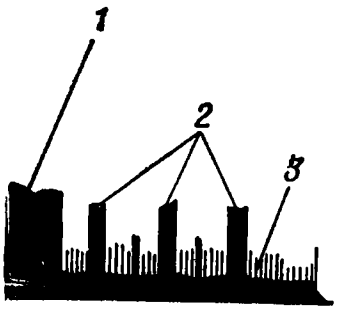


Рис. 163. Осциллограмма напряжения на выходе имитатора целей:
1 — импульс помехи;
2 — импульсы целей;
3 — шумы

установить переключатель В1 схемы в положение 1;

установить регулировку, изменяющую уровень ограничения сигнала помех, усилителя выхода в положение, в котором помехи подавляются до уровня, не мешающего наблюдению за целями на экране индикатора кругового обзора.

Такой регулировкой в усилителе выхода (рис. 164) является переменный резистор ОГРАНИЧЕНИЕ (R3), устанавливающий уровень ограничения диодного ограничителя Д1.

Если система защиты не обеспечивает уменьшение помех, проверить наличие положительных импульсов помех и отрицательных

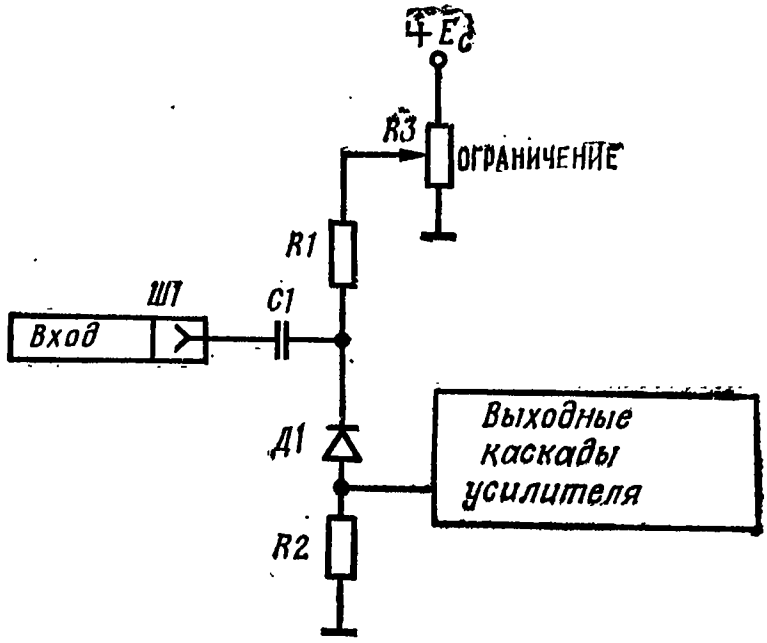


Рис. 164. Принципиальная электрическая схема диодного ограничителя усилителя выхода

импульсов целей на выходе интегрирующего устройства. При отсутствии таких импульсов заменить потенциалоскоп.

При наличии таких импульсов проверить диод Д1 и переменный резистор R3 диодного ограничителя усилителя выхода.

9. СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ

9.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В настоящем разделе приведены общие сведения, а также сведения по ремонту систем защиты от пассивных помех (сигналы, отраженные от местных предметов и облаков, а также от металлизированных отражателей, разбрасываемых противником).

В описываемой системе защиты применен когерентно-импульсный метод селекции движущихся целей. Этот метод основан на различии в характеристиках сигналов пассивной помехи и полезных сигналов. С помощью вычитающего устройства на экране индикатора исключаются отражения от неподвижных объектов и наблюдаются метки только от подвижных целей.

В различных радиолокационных станциях вычитающее устройство выполнено на потенциалоскопах или на ультразвуковых линиях задержки. В настоящем разделе приводятся структурные схемы и указания по ремонту этих видов систем защиты от пассивных помех.

9.2. КОГЕРЕНТНО-КОМПЕНСАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ НА ПОТЕНЦИАЛОСКОПЕ

9.2.1. Общие сведения

В качестве примера рассмотрена когерентно-компенсационная система защиты с внутренней когерентностью.

Система защиты содержит когерентно-импульсное и компенсационное устройства. Структурная схема системы изображена на рис. 165.

Когерентный гетеродин работает на промежуточной частоте и фазируется в начале каждого периода повторения преобразованными импульсами передатчика, поступающими с канала приемника и усиленными в каскадах фазирования.

С выхода когерентного гетеродина опорное напряжение подается на устройство компенсации ветра. Каскады фазирования открываются импульсами запуска станции.

В устройстве компенсации ветра частота опорного напряжения может изменяться на величину, необходимую для устранения фазовых сдвигов сигналов от дипольных помех, движущихся под действием ветра. Этим достигается постоянство амплитуды сигналов от дипольных помех на выходе фазового детектора.

Усилитель-ограничитель служит для уменьшения амплитудных изменений эхо-сигналов промежуточной частоты, поступающих с приемника.

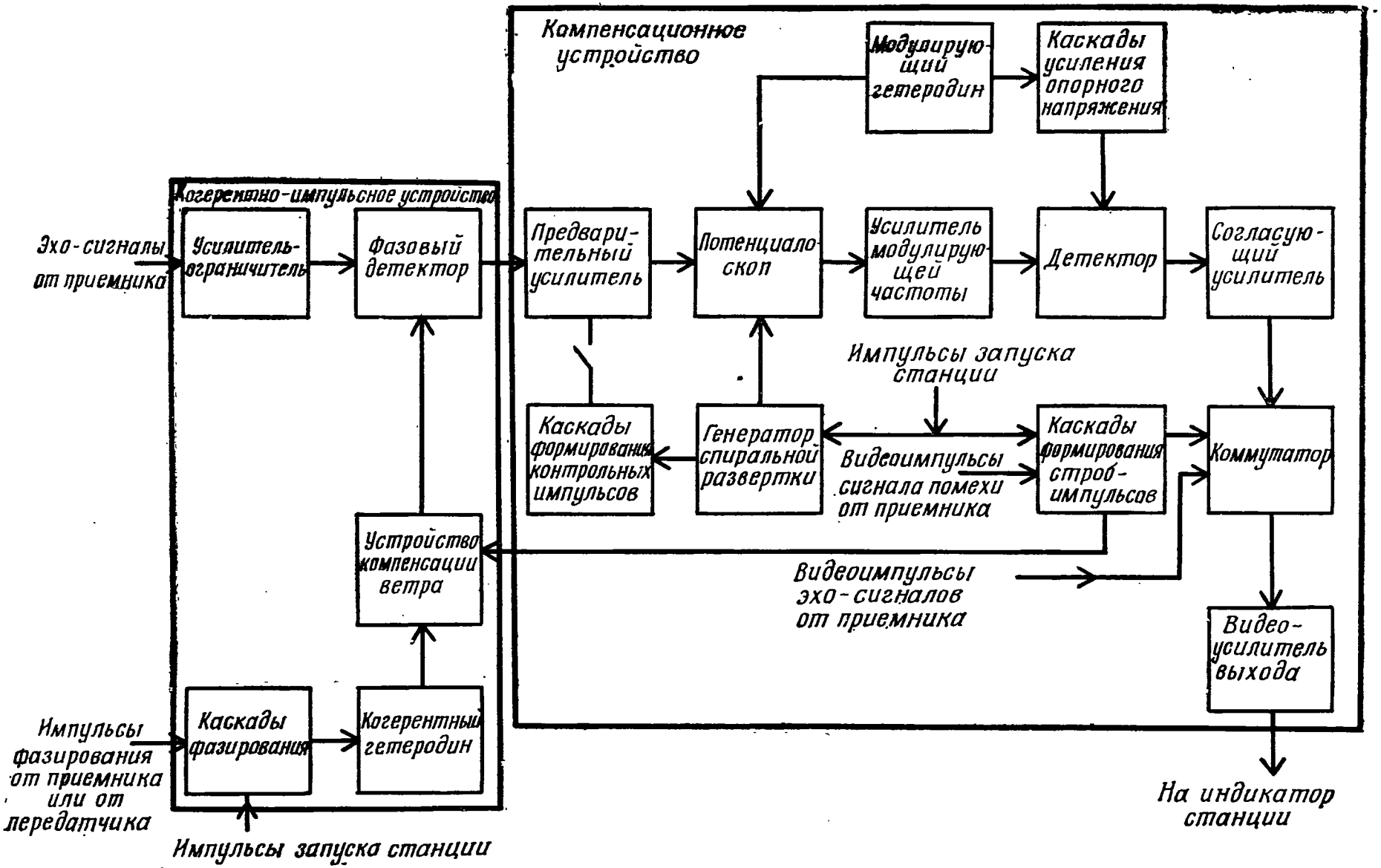


Рис. 165. Структурная схема когерентно-компенсационной системы защиты на потенциалоскопе

В фазовом детекторе происходит детектирование эхо-сигналов от цели и от пассивных помех. На выходе фазового детектора эхо-сигналы подвижных целей изменяются по амплитуде в каждом периоде повторения, а амплитуда эхо-сигналов от неподвижных местных предметов сохраняется неизменной.

В компенсационном устройстве происходит вычитание сигнала, задержанного на период, из сигнала последующего периода. В результате этого сигналы, амплитуда которых на выходе когерентно-импульсного устройства постоянна (сигналы от помех и местных предметов), будут скомпенсированы, а сигналы с переменной амплитудой (сигналы от цели) дают на выходе сигнал, равный изменению амплитуды сигнала за период повторения.

С выхода предварительного усилителя сигналы подаются на сигнальную пластину потенциалоскопа, который используется в качестве вычитающего устройства. На управляющий электрод потенциалоскопа с модулирующего гетеродина подается напряжение модулирующей частоты, в результате чего выходные сигналы потенциалоскопа оказываются промодулированными. Это необходимо для разделения входных и выходных сигналов. Амплитуда выходных сигналов пропорциональна абсолютному значению разности входных видеосигналов двух соседних периодов повторения, а фаза зависит от знака этой разности. Сигналы разности импульсов от движущихся целей с частотой модулирующего гетеродина от потенциалоскопа подаются через усилитель модулирующей частоты на детектор. Одновременно на детектор с модулирующего гетеродина подается опорное напряжение, усиленное в каскадах усиления.

С детектора снимаются видеосигналы, знак которых зависит от фазы выходных сигналов потенциалоскопа. Эти сигналы подаются на коммутатор через согласующий усилитель. На коммутатор также подаются и строб-импульсы с каскадов формирования строб-импульсов.

При наличии дипольных помех каскады формирования строб-импульсов вырабатывают из сигнала помехи строб-импульсы (коммутирующие импульсы) ДИПОЛЬНЫЕ. Строб-импульсы МЕСТНЫЕ формируются с помощью импульсов запуска станции.

Во время действия строб-импульсов ДИПОЛЬНЫЕ канал прохождения эхо-сигналов непосредственно от приемника на индикатор станции закрыт. В этом случае эхо-сигналы поступают на индикатор через открытый канал коммутатора со схемы защиты. Строб-импульсы МЕСТНЫЕ отключают устройство компенсации ветра на время действия эхо-сигналов.

Каскады формирования контрольных импульсов вырабатывают импульсы для проверки компенсационного устройства.

9.2.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей системы защиты от пассивных помех следует пользоваться Перечнем (табл. 39).

Таблица 39

Перечень
наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет сигналов и шумов на индикаторе станции	Неисправна лампа в выходном видеоусилителе	Заменить лампу
	Неисправны лампы в каскаде предварительного усилителя	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
	Неисправны лампы в каскаде усилителя модулирующей частоты и детектора	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
	Неисправна лампа модулирующего гетеродина	Заменить лампу
Не формируются стробы МЕСТНЫЕ или ДИПОЛЬНЫЕ	Неисправны лампы в каскадах формирования строб-импульсов	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
Нет шумов на выходе фазового детектора	Неисправна лампа фазового детектора или усилителя-ограничителя когерентно-импульсного устройства	Заменить лампу
	Неисправна лампа когерентного гетеродина	Заменить лампу
	Неисправна одна из ламп устройства компенсации ветра	Заменить лампу
	Вышел из строя кварц	При выходе из строя хотя бы одного из кварцев необходимо заменить оба кварца. При установке их в блок необходимо учитывать маркировку кварцев
Нет фазирования сигналов от местных предметов на выходе фазового детектора	Неисправны лампы каскада фазирования	Заменить одну или несколько ламп, вышедших из строя
Вращение ручек КОМПЕНСАЦИЯ не вызывает биения сигналов от местных предметов	Отсутствует напряжение на выходе синусно-косинусного устройства	Проверить амперволь-томметром управляющие напряжения и качество монтажа синусно-косинусного устройства
Нет спиральной развертки на мишени и нет светящегося пятна	Отсутствует высокое напряжение или напряжение накала трубки	Проверить цепи высокого напряжения и напряжения накала трубки
Нет спиральной развертки на мишени потенциалоскопа; светлая точка находится в центре мищени. На мишени потенциалоскопа вместо спиральной развертки имеется прямая линия	Неисправна лампа генератора спиральной развертки	Заменить лампу

Окончание табл. 39

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
	Неисправна одна из ламп в выходных каскадах с симметричным трансформатором канала спиральной развертки	Заменить лампу

9.2.3. Проверяемые технические требования

После устранения неисправностей система защиты от пассивных помех подлежит проверке по следующим техническим требованиям:

частота настройки, полоса пропускания усилителя-ограничителя и фазового детектора;

напряжение ограниченного сигнала на плечах фазового детектора;

диапазон перестройки и устойчивость работы когерентного гетеродина во всем диапазоне частот фазирования, напряжение когерентного гетеродина на плечах фазового детектора;

частота компенсации ветра (разность частот кварцевых генераторов) устройства компенсации ветра;

частота и напряжение модулирующего гетеродина;

форма спиральной развертки потенциалоскопа;

резонансная частота, полоса пропускания и коэффициент усиления усилителя модулирующей частоты;

длительность строб-импульсов МЕСТНЫЕ и ДИПОЛЬНЫЕ каскадов формирования строб-импульсов;

длительность и амплитуда контрольных импульсов;

коэффициент подавления контрольных импульсов.

9.2.4. Методика проверки технических требований

Частота настройки и полоса пропускания усилителя-ограничителя и фазового детектора должны соответствовать величине, указанной в ТО или ИЭ.

Напряжения ограниченного сигнала на обоих плечах фазового детектора не должны отличаться друг от друга на величину большую, чем указана в ТО или ИЭ.

Проверка и настройка для выполнения данного требования изложены на примере схем фазового детектора (рис. 166) и усилителя-ограничителя (рис. 167).

Проверять в следующем порядке:

вынуть лампу когерентного гетеродина;

подключить к плечу фазового детектора и к корпусу (контрольное гнездо КОНТРОЛЬ 1—корпус) электронный вольтметр постоянного тока;

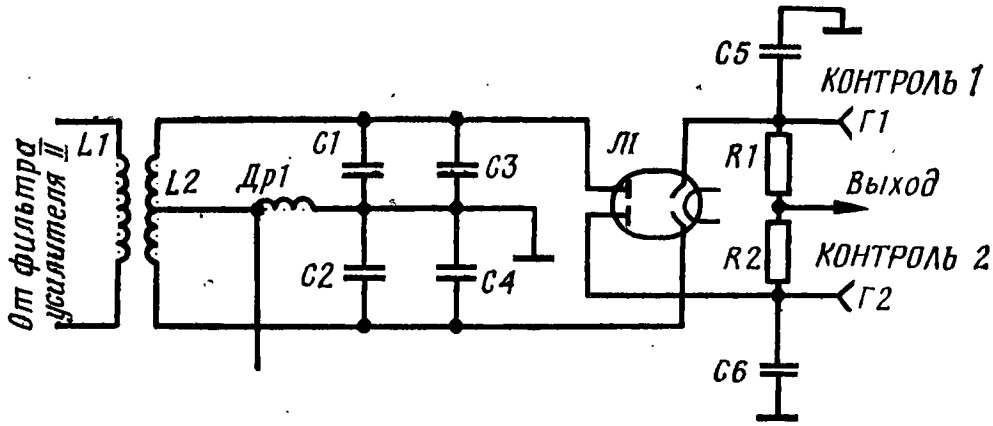


Рис. 166. Принципиальная электрическая схема фазового детектора

подать на вход усилителя-ограничителя от высокочастотного генератора сигналов (ГСВ), включенного в режиме непрерывной

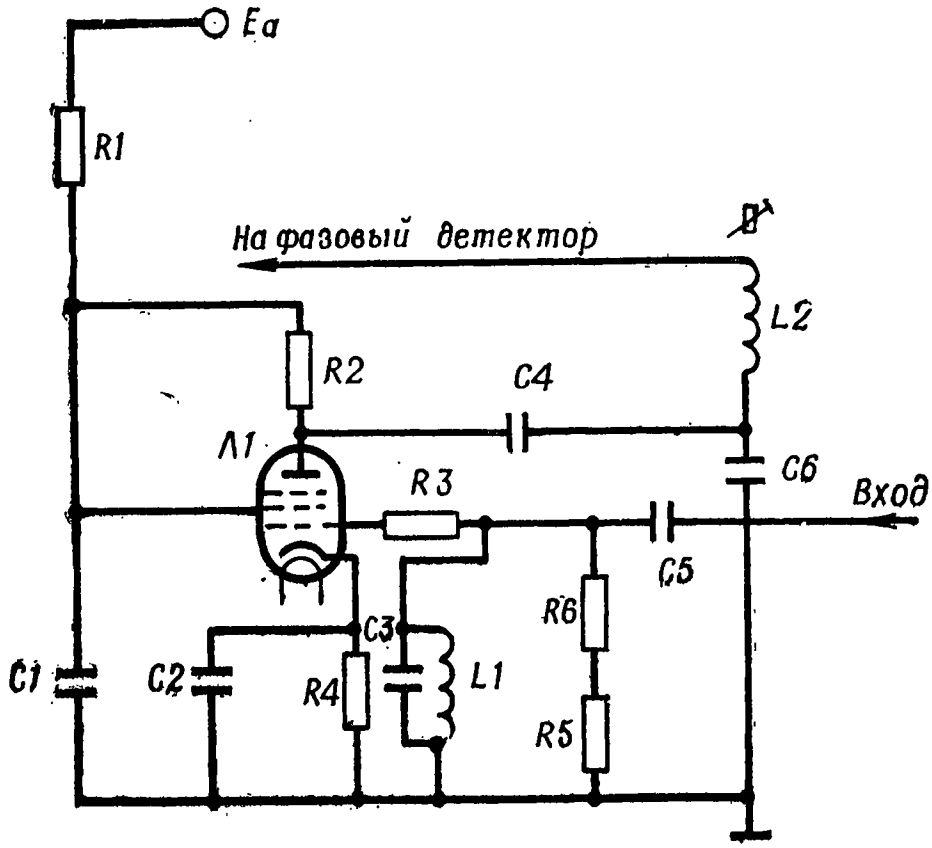


Рис. 167. Принципиальная электрическая схема усилителя-ограничителя

генерации, напряжение частотой, равной промежуточной; величина напряжения равна величине сигнала, поступающего от приемника;

плавно изменить частоту ГСВ до получения максимального показания электронного вольтметра;

изменяя частоту ГСВ в сторону высших и низших частот, поочередно установить частоты $f_в$ и $f_н$, при которых показания электронного вольтметра будут составлять 0,7 максимального значения;

определить частоту настройки по формуле

$$f_0 = \frac{f_в - f_н}{2};$$

определить полосу пропускания по формуле

$$\Delta f = f_в - f_н;$$

измерить электронным вольтметром напряжения на плечах фазового детектора (гнездо КОНТРОЛЬ 1 — корпус, гнездо КОНТРОЛЬ 2 — корпус).

Если частота настройки не соответствует требуемой величине, настроить усилитель-ограничитель и фазовый детектор в следующем порядке:

подать от ГСВ на вход усилителя-ограничителя напряжение промежуточной частоты;

подключить к выходу усилителя-ограничителя (к месту соединения конденсаторов С4, С6, рис. 167) электронный вольтметр переменного тока;

установить сердечник катушки индуктивности L1 в положение, соответствующее максимальному показанию электронного вольтметра; если контур настраивается на максимум в крайнем положении, подобрать емкость конденсатора С3 так, чтобы контур настраивался в среднем положении сердечника;

отключить электронный вольтметр переменного тока от усилителя-ограничителя;

подключить к гнезду КОНТРОЛЬ 1 фазового детектора электронный вольтметр постоянного тока;

установить роторы подстроечных конденсаторов С3 и С4 фазового детектора в положения, соответствующие средним значениям их емкости;

настроить контур L2 усилителя-ограничителя вращением сердечника по максимальному показанию электронного вольтметра.

Если полоса пропускания не соответствует требуемой величине, проверить резисторы R5, R6, шунтирующие контур L1, C1. Уменьшение сопротивления этих резисторов приводит к расширению полосы пропускания.

В случае когда напряжения ограниченного сигнала на плечах фазового детектора (рис. 166) меньше требуемой величины или отличаются друг от друга на величину, бо́льшую требуемой, проверить лампу фазового детектора, резисторы R1 и R2, настроить контур фазового детектора вращением роторов подстроечных конденсаторов С3, С4 и перемещением сердечника катушки индуктивности L1.

Диапазон перестройки частоты когерентного гетеродина должен соответствовать величине, указанной в ТО или ИЭ; когерентный гетеродин должен устойчиво работать во всем диапазоне частот фазирования; напряжения когерентного гетеродина на плечах фазового детектора должны быть равны напряжениям ограниченного сигнала.

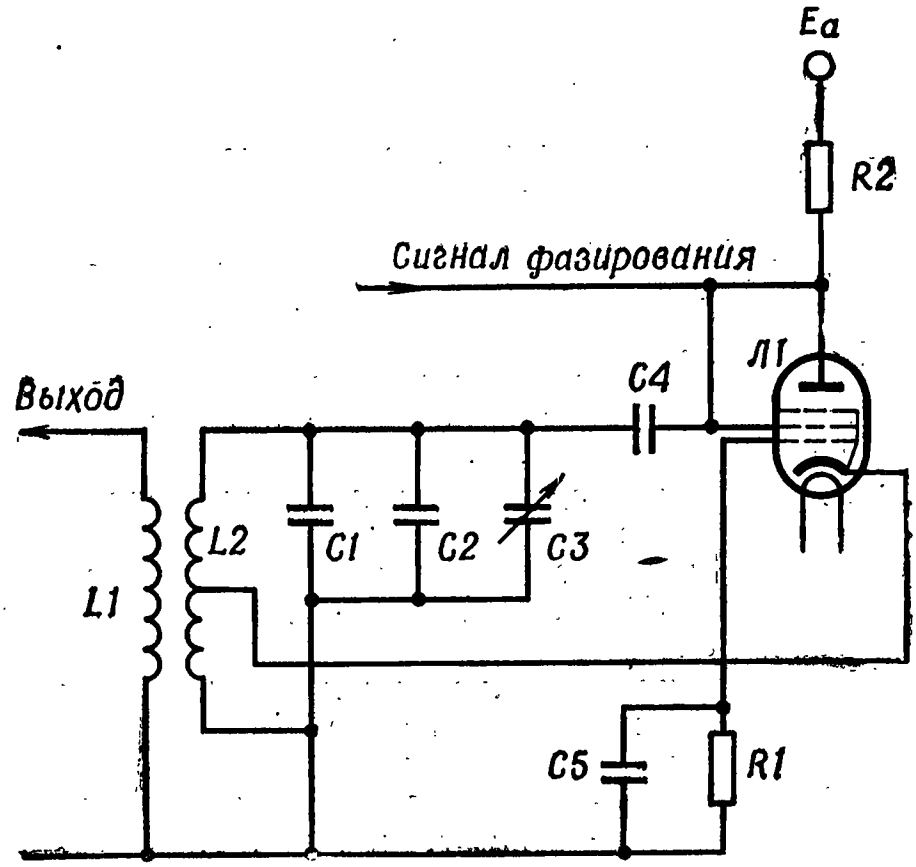


Рис. 168. Принципиальная электрическая схема когерентного гетеродина

Проверка и настройка для выполнения данного требования показаны на примере принципиальной электрической схемы, изображенной на рис. 168.

Проверять в следующем порядке:

вставить лампу когерентного гетеродина;

поднести виток связи частотомера к катушке индуктивности L2 контура когерентного гетеродина;

проверить по частотомеру диапазон перестройки частоты когерентного гетеродина, вращая ротор переменного конденсатора C3, который с конденсаторами C1, C2 и катушкой индуктивности L2 составляет колебательный контур.

Если диапазон перестройки когерентного гетеродина не соответствует требуемой величине, проверить лампу каскада, конденсаторы C1, C2, C3 и катушку индуктивности L2.

Напряжения когерентного гетеродина на плечах фазового детектора измерять электронным вольтметром постоянного тока, под-

ключенным поочередно к гнездам КОНТРОЛЬ 1, КОНТРОЛЬ 2 фазового детектора (рис. 166) и к корпусу.

В случае когда напряжения не соответствуют требуемым величинам, проверить лампу когерентного гетеродина, лампы смесителей I и II, фильтров-усилителей I и II в устройстве компенсации ветра (рис. 169), проверить режимы питания этих каскадов, настроить каскады смесителей II и I, фильтров-усилителей II и I (настраивать, как правило, в случае замены элементов контуров).

Настройка смесителя II и фильтра-усилителя II рассмотрена на примере принципиальной электрической схемы, изображенной на рис. 170, и проводится в следующем порядке:

вынуть лампу когерентного гетеродина и кварцы в кварцевых генераторах II и I;

подключить к гнезду КОНТРОЛЬ 1 фазового детектора (рис. 166) электронный вольтметр постоянного тока;

подать на управляющую сетку лампы Л2 от ГСВ, включенного в режим непрерывной генерации, напряжение частотой, равной частоте напряжения на выходе смесителя II;

настроить контур L5, C9 фильтра-усилителя II вращением сердечника катушки индуктивности L5 по максимальному показанию электронного вольтметра; если контур настраивается в крайнем положении сердечника, подобрать емкость конденсаторов C9 так, чтобы контур настраивался в среднем положении сердечника; отключить ГСВ;

подать на управляющую сетку лампы Л1 смесителя от ГСВ, включенного в режим непрерывной генерации, напряжение частотой, равной частоте кварцевого генератора II; на катод лампы Л1 подать напряжение от второго ГСВ частотой фильтра-усилителя I;

настроить поочередно контуры L3, C3, L4, C4 вращением сердечников катушек индуктивности этих контуров по максимальному показанию электронного вольтметра, подключенного к контрольному гнезду КОНТРОЛЬ 1 фазового детектора; отключить ГСВ и электронный вольтметр;

подать на контур L1, C1 от ГСВ напряжение частотой, равной частоте кварцевого генератора II;

подключить вход *У* осциллографа, включенного в режим непрерывной развертки, к одной из управляющих сеток смесителя II;

настроить поочередно контур L1, C1 и L2, C2 вращением сердечников катушек индуктивности этих контуров; если контуры настраиваются в крайнем положении сердечников, подобрать емкости контуров так, чтобы контуры настраивались в среднем положении сердечников; аналогично настроить каскады смесителя I и фильтра-усилителя I.

Диапазон частот фазирования, при которых когерентный гетеродин работает устойчиво, проверять в следующем порядке:

установить лампу когерентного гетеродина;

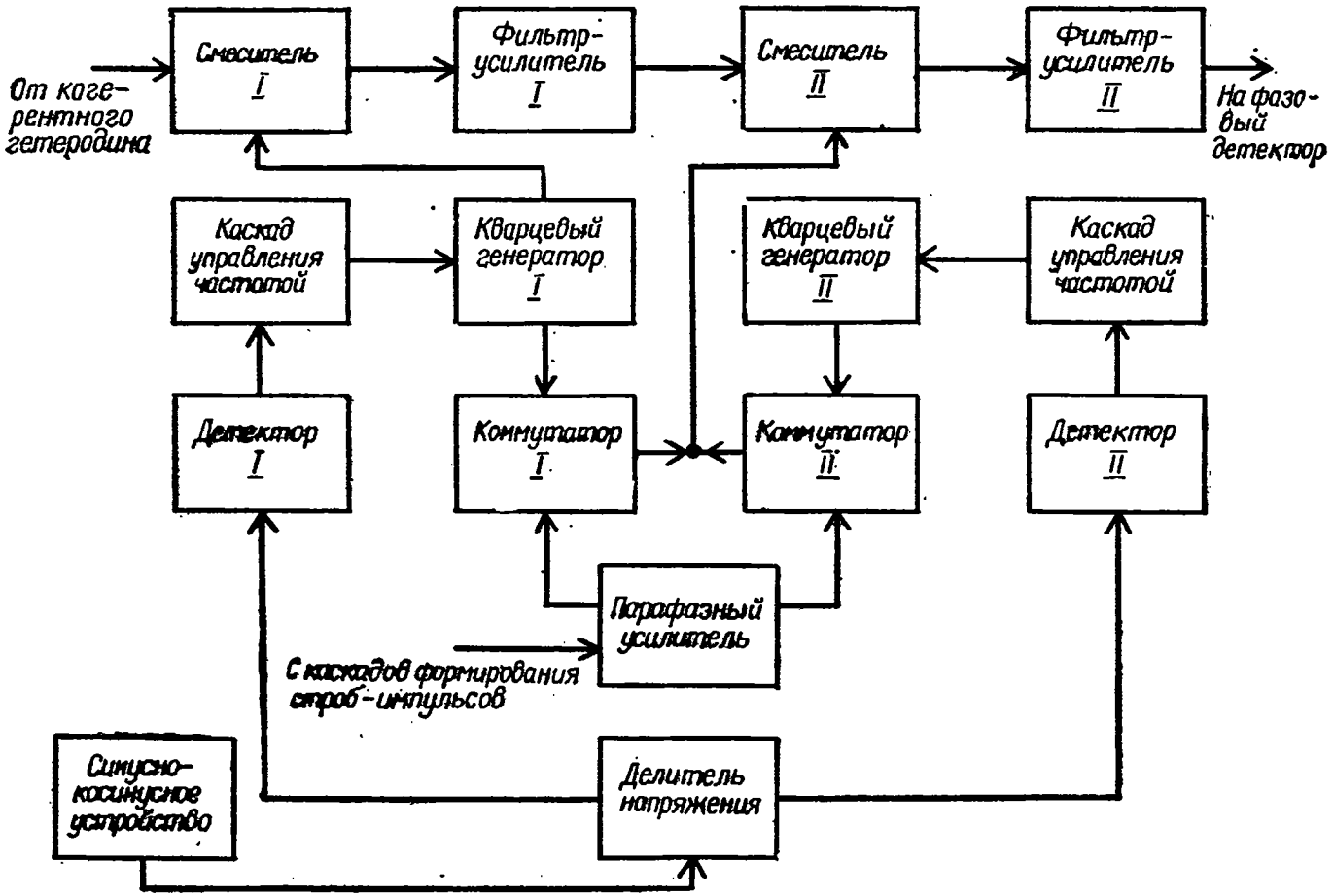


Рис. 169. Структурная схема устройства компенсации ветра

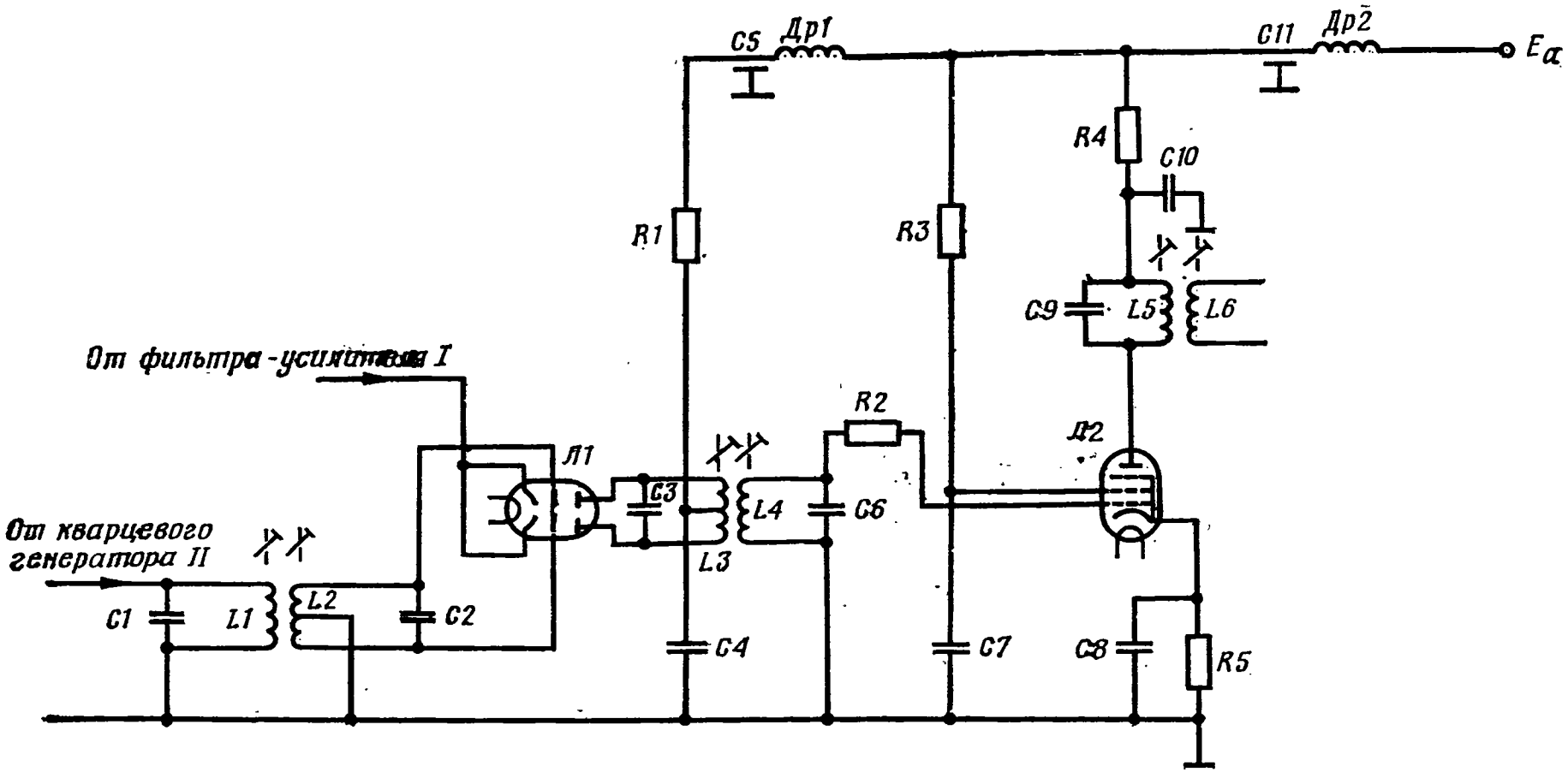


Рис. 170. Принципиальная электрическая схема усилителя II и фильтра-усилителя II

подать от генератора импульсов импульсы запуска (параметры импульсов запуска указаны в ИЭ или ТО) на каскады фазирования и на вход *X* (вход усилителя синхронизации и горизонтального отклонения) осциллографа;

подать на вход каскадов фазирования и на вход усилителя-ограничителя от ГСВ, включенного в режим непрерывной генерации, напряжение частотой, равной промежуточной;

включить осциллограф в режим ждущей развертки и подать на вход *Y* осциллографа напряжение с выхода когерентно-импульсного устройства;

плавно изменяя частоту ГСВ в небольших пределах, получить на экране осциллографа изображение 4—5 периодов кривой напряжения синусоиды; осциллограмма должна быть устойчивой, что характеризует устойчивость работы гетеродина;

плавно изменить частоту ГСВ от установленного значения и определить частоты, при которых происходит срыв устойчивой осциллограммы.

Определить диапазон частот фазирования как разность этих частот.

Если когерентный гетеродин работает неустойчиво при частоте фазирования, соответствующей промежуточной частоте, или диапазон частот фазирования не соответствует требуемому, проверить лампы каскадов фазирования; настроить каскады фазирования. В случае когда каскады выполнены по схеме резонансного усилителя, настройка их аналогична настройке усилителей промежуточной частоты (разд. 3).

Частота компенсации ветра (разность частот кварцевых генераторов) устройства компенсации ветра должна соответствовать величине, указанной в формуляре.

Проверка и настройка для выполнения данного требования показаны на примере устройства (рис. 169), в котором используется двойное преобразование частоты когерентного гетеродина.

Частоту компенсации ветра проверять в следующем порядке:

вынуть лампу когерентного гетеродина;

подать на вход усилителя-ограничителя и на вход смесителя I схемы компенсации ветра напряжение частотой, равной промежуточной частоте приемника;

подать на делитель устройства компенсации ветра синусоидальное напряжение, соответствующее значению напряжения синусно-косинусного устройства;

подключить вход *Y* (вход усилителя вертикального отклонения) осциллографа к выходу фазового детектора;

установить делителем такую величину управляющего напряжения, при которой на экране осциллографа будет изображение горизонтальной линии; это будет соответствовать нулевой разности частот кварцевых генераторов;

выключить генератор развертки осциллографа и подать на вход *X* (вход усилителя горизонтального отклонения) осциллогра-

фа напряжение частотой, равной частоте компенсации ветра от генератора звуковой частоты;

изменяя напряжение, подаваемое с делителя на детекторы I и II (регулировка в делителе), добиться, чтобы на экране осциллографа наблюдался эллипс или наклонная прямая; при этом частота генератора звуковой частоты будет соответствовать частоте компенсации ветра. Если требования пункта не выполняются, проверить лампы кварцевых генераторов I и II, коммутаторов I и II, парафазного усилителя, детекторов I и II, каскадов управления частотой, проверить режимы питания этих каскадов.

Частота напряжения модулирующего гетеродина и величина этого напряжения должны соответствовать величинам, указанным в ТО или ИЭ.

Частоту проверять гетеродинным волномером, который подключить к выходу модулирующего гетеродина. Напряжение модулирующей частоты измерять на выходе модулирующего гетеродина электронным вольтметром переменного тока.

Если частота модулирующего гетеродина не соответствует требуемой величине, настроить контуры данного каскада на требуемую частоту.

В случае когда величина модулирующего напряжения не соответствует требуемой величине, проверить лампу данного каскада и режим питания.

Форма спиральной развертки потенциалоскопа не должна быть искажена (растянута в одном направлении, а в другом — сжата). Минимальный внутренний и максимальный внешний диаметры и шаг спирали спиральной развертки должны соответствовать величинам, указанным в ТО или ИЭ.

Проверять визуально на мишенях потенциалоскопов.

Если регулировками ДИАМЕТР СПИРАЛИ и ШАГ РАЗВЕРТКИ не удается установить требуемую форму спиральной развертки, проверить генератор спиральной развертки (рис. 154), как указано в подразд. 8.2 настоящей части Общего руководства.

Резонансная частота усилителя модулирующей частоты (УМЧ) должна соответствовать модулирующей частоте; полоса пропускания и коэффициент усиления должны соответствовать величинам, указанным в ТО или ИЭ.

Проверка и настройка для выполнения данных требований показаны на примере усилителя УМЧ, выполненного по схеме резонансного усилителя (принципиальная электрическая схема одного каскада УМЧ изображена на рис. 171).

Обычно усилитель модулирующей частоты состоит из нескольких таких каскадов.

Проверять в следующем порядке:

вынуть на время проверки лампу модулирующего гетеродина;

подключить к нагрузке детектора (рис. 165) электронный вольтметр постоянного тока и измерить напряжение $U_{дет}$, которое обусловлено наличием начального тока при отсутствии внешнего сиг-

нала на входе детектора; напряжение $U_{дет}$ измерять только в схемах, где применены ламповые диоды;

подать на управляющую сетку лампы первого каскада усиления от ГСВ, включенного в режим непрерывной генерации, напряжение частотой, равной модулирующей;

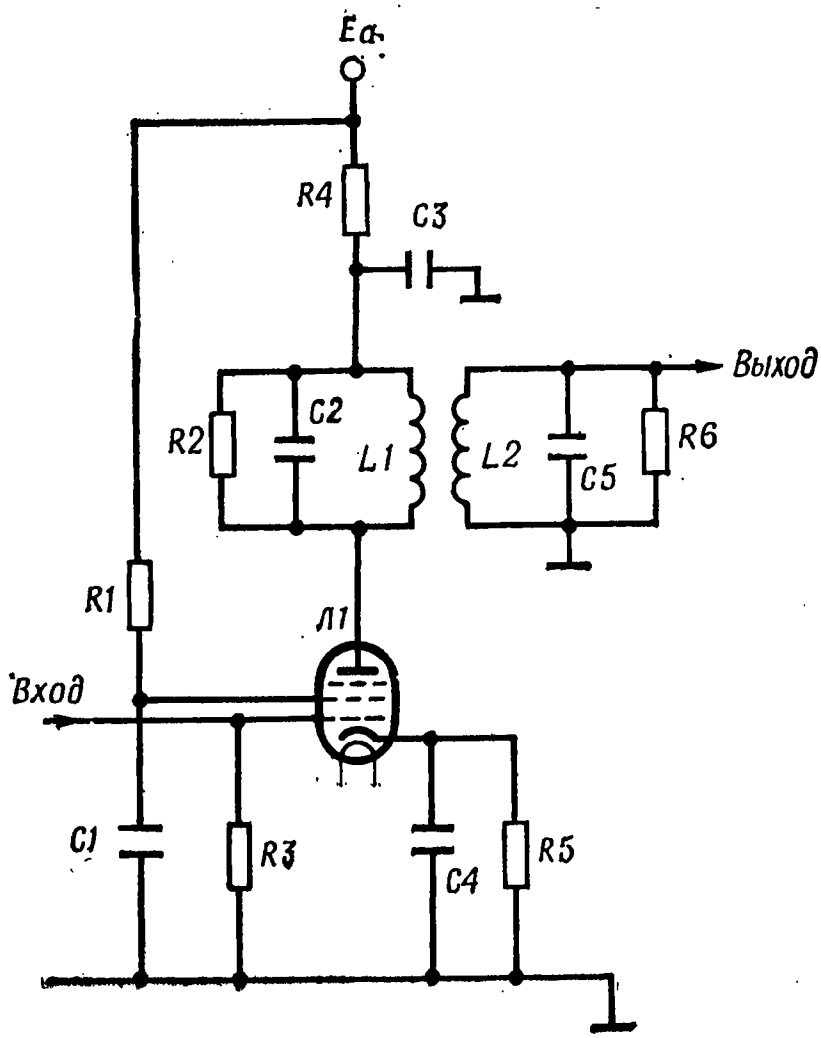


Рис. 171. Принципиальная электрическая схема каскада усилителя модулирующей частоты

плавно изменить частоту ГСВ до получения максимального показания электронного вольтметра постоянного тока, подключенного к нагрузке детектора. Установить напряжение U_2 на выходе ГСВ таким, чтобы вольтметр показывал напряжение на нагрузке детектора $U_2+U_{дет}$; напряжение U_2 принимается за максимальный уровень;

изменяя частоту ГСВ в сторону высших и низших частот, поочередно установить частоты $f_в$ и $f_н$, при которых напряжение на нагрузке детектора будет составлять 0,7 максимального уровня, т. е. вольтметр будет показывать $0{,}7U_2+U_{дет}$; измерить эти частоты гетеродинным частотомером;

определить резонансную частоту по формуле

$$f_р = \frac{f_в - f_н}{2};$$

определить полосу пропускания по формуле

$$\Delta f = f_в - f_н;$$

установить на ГСВ частоту, соответствующую резонансной, и уровень выходного напряжения такой величины, чтобы вольтметр вновь показал

$$(U_2 + U_{дет});$$

определить по аттенюатору ГСВ уровень выходного напряжения U_1;

определить коэффициент усиления по формуле

$$K = \frac{U_2}{U_1}.$$

Если резонансная частота УМЧ не соответствует требуемой величине, настроить поочередно контуры каскадов УМЧ вращением сердечников катушек индуктивности L1, L2 (рис. 171).

В случае когда полоса пропускания УМЧ не соответствует требуемой величине, проверить резисторы R2, R6, подключенные параллельно контурам каскадов. Уменьшение сопротивления этих резисторов ведет к расширению полосы пропускания.

Если коэффициент усиления УМЧ не соответствует требуемой величине, проверить лампы каскадов УМЧ, режимы питания каскадов на этих лампах.

Каскады формирования контрольных импульсов должны вырабатывать все виды импульсов, необходимых для проверки и контроля работы устройства защиты от помех.

Длительность и амплитуда контрольных импульсов должны соответствовать величинам, указанным в ТО или ИЭ.

Проверять осциллографом, включенным в режим ждущей развертки. Вход *У* осциллографа подключить к выходу каскадов формирования контрольных импульсов. Переключатель контрольных импульсов установить поочередно в каждое положение.

Настройка каскадов контрольных импульсов для выполнения требования данного пункта изложена на примере принципиальной электрической схемы, изображенной на рис. 172.

Если контрольные импульсы на выходе канала отсутствуют при любом положении переключателя КОНТРОЛЬНЫЕ ИМПУЛЬСЫ, проверить наличие сигнала на входе двустороннего ограничителя, собранного на левой половине лампы Л1, проверить элементы дифференцирующей цепочки — конденсатор С2 и резистор R6, проверить диод Д1, лампу Л1 и лампу Л2 ждущего мультивибратора.

В случае когда амплитуда импульсов на выходе не соответствует требуемой величине, провести регулировку величины амплитуды переменным резистором R4 АМПЛИТУДА КОНТРОЛЬ-

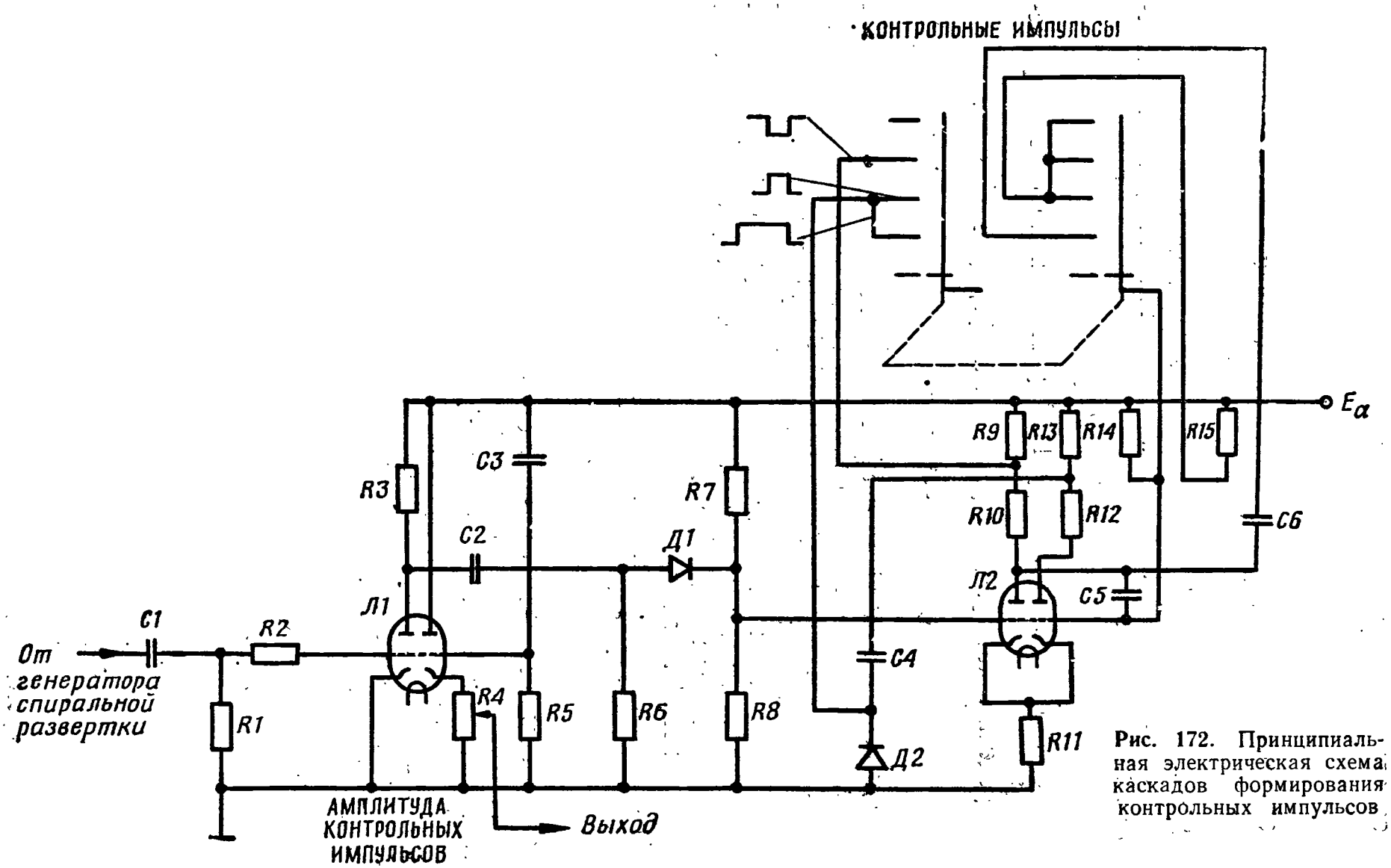


Рис. 172. Принципиальная электрическая схема каскадов формирования контрольных импульсов

НЫХ ИМПУЛЬСОВ катодного повторителя (правая половина лампы Л1).

При наличии отрицательных выбросов на контрольных импульсах проверить диод Д2.

При длительности импульсов, не соответствующей требуемой (переключатель КОНТРОЛЬНЫЕ ИМПУЛЬСЫ в положении _|‾|_ или ‾|_|‾), проверить резисторы R11, R14, R15, конденсатор С5. Длительность импульсов прямо пропорциональна величинам этих элементов. Регулировка длительности допускается лишь изменением величины сопротивления резисторов R14, R15 и емкости конденсатора С5.

При установке переключателя КОНТРОЛЬНЫЕ ИМПУЛЬСЫ в положение _|‾|_ (широкий импульс) длительность импульсов зависит от емкости конденсаторов С5, С6.

Амплитуду положительных контрольных импульсов в некоторых пределах можно менять изменением сопротивления резисторов R13 и R12; при этом общее сопротивление делителя R13, R12 должно оставаться неизменным.

Амплитуду отрицательных импульсов в некоторых пределах можно менять изменением сопротивления резисторов R9 и R10; при этом общее сопротивление делителя R10, R9 должно оставаться неизменным.

Каскады формирования строб-импульсов должны вырабатывать:

строб-импульсы МЕСТНЫЕ длительностью, указанной в ТО или ИЭ;

строб-импульсы ДИПОЛЬНЫЕ.

Проверять в следующем порядке:

подать от генератора импульсов на вход схемы формирования строб-импульсов МЕСТНЫЕ (рис. 173) импульсы запуска амплитудой и частотой следования, указанной в ИЭ или ТО;

включить осциллограф в режим ждущей развертки и подключить вход *У* (вход усилителя вертикального отклонения) к выходу суммирующего каскада;

измерить длительность строб-импульсов МЕСТНЫЕ;

подать на вход схемы формирования строб-импульсов ДИПОЛЬНЫЕ контрольные импульсы с каскадов формирования контрольных импульсов (переключатель КОНТРОЛЬНЫЕ ИМПУЛЬСЫ схемы (рис. 172) в положении _|‾|_ широкий импульс) или импульсы длительностью, превышающей длительность эхо-сигналов, от второго генератора импульсов. При этом на экране осциллографа должны наблюдаться строб-импульсы МЕСТНЫЕ и строб-импульсы ДИПОЛЬНЫЕ. Если длительность строб-импульсов МЕСТНЫЕ не соответствует требуемой, проверить элементы схемы формирования импульсов, лампы каскадов и режимы питания.

В случае когда строб-импульсы ДИПОЛЬНЫЕ отсутствуют на экране осциллографа (не формируются), проверить лампы каскадов формирования строб-импульсов (видеоусилитель, усилители-

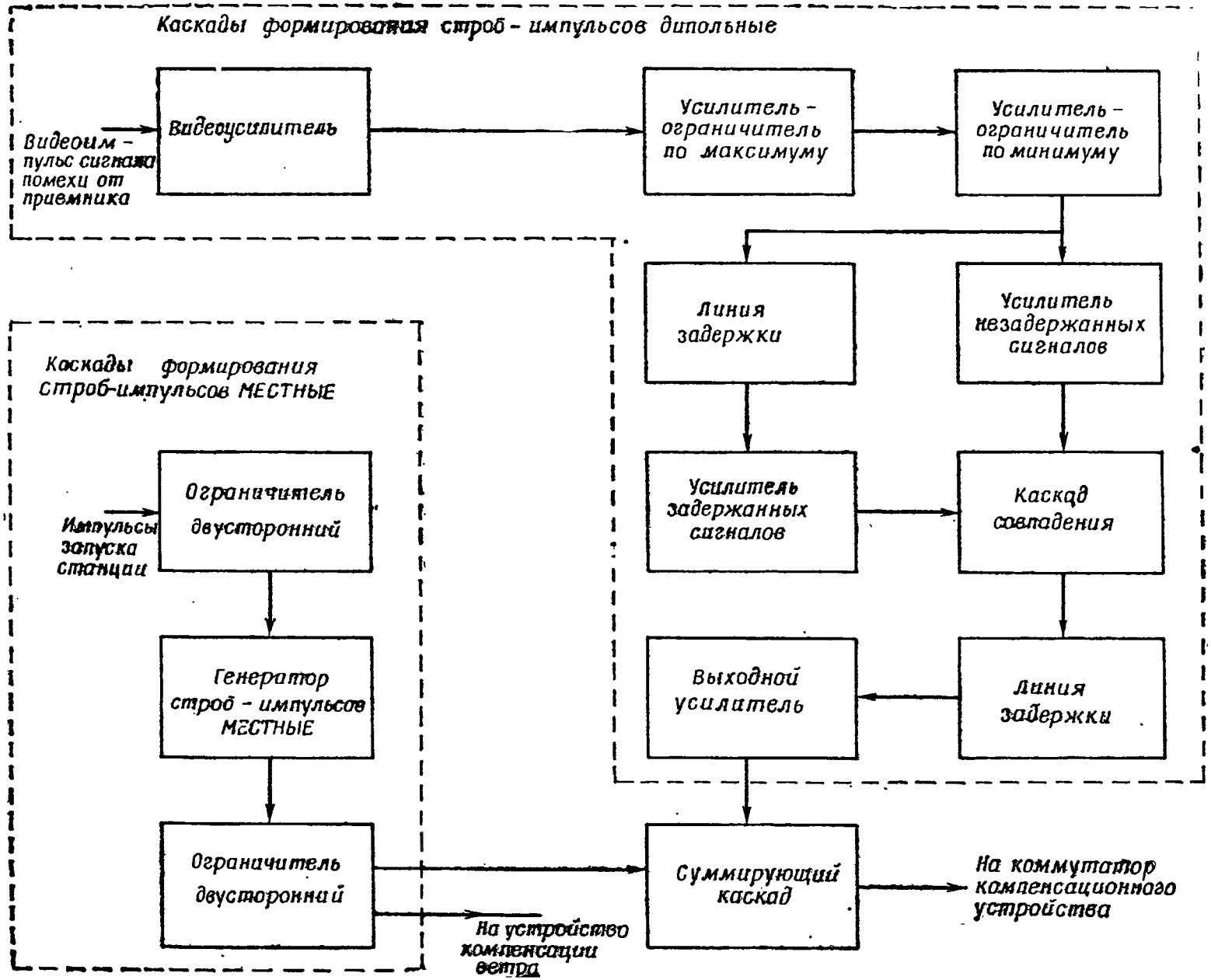


Рис. 173. Структурная схема каскадов формирования строб-импульсов

ограничители, усилители задержанного и незадержанного сигналов, выходной усилитель, суммирующий каскад), режимы питания этих каскадов, проверить линии задержки.

Коэффициент подавления контрольных импульсов должен соответствовать величине, указанной в формуляре.

Проверять в следующем порядке:

включить компенсационное устройство;

подать контрольные импульсы положительной полярности на вход предварительного усилителя (рис. 165) и измерить осциллографом амплитуду U_c этих импульсов;

подключить вход *Y* осциллографа к выходу оконечного каскада (видеоусилитель выхода);

измерить по осциллографу величину остатка положительных контрольных импульсов $U_{ост}$;

подать на вход предварительного усилителя контрольные импульсы отрицательной полярности амплитудой U_c;

измерить по осциллографу величину остатка отрицательных контрольных импульсов $U_{ост}$;

определить коэффициент подавления для положительных и отрицательных контрольных импульсов по формуле

$$K = \frac{U_c}{U_{ост}}.$$

Если коэффициент подавления не соответствует требуемой величине, то, изменяя несколько раз положения оси регулировки ЯРКОСТЬ РАЗВЕРТКИ потенциалоскопа и фокусируя каждый раз луч потенциалоскопа, регулировкой ФОКУС провести оптимальную регулировку по минимуму остатков.

Если регулировка не выполняется, проверить исправность потенциалоскопа согласно указаниям ИЭ.

9.3. КОГЕРЕНТНО-КОМПЕНСАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ НА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЛИНИИ ЗАДЕРЖКИ

9.3.1. Общие сведения

Структурная схема системы защиты на ультразвуковой линии задержки изображена на рис. 174.

Система защиты состоит из когерентного компенсационного устройства и схемы вычитания.

Назначение функциональных частей когерентно-компенсационного устройства описано в п. 9.2.1.

Схема вычитания представляет собой двухканальное устройство, на выходе которого (в каскаде вычитания) выделяется разность сигналов в двух смежных периодах повторения.

Сигналы, амплитуда которых на выходе когерентно-импульсного устройства постоянна (сигналы от пассивных помех), компенсируются схемой вычитания. При этом на экране индикатора стан-

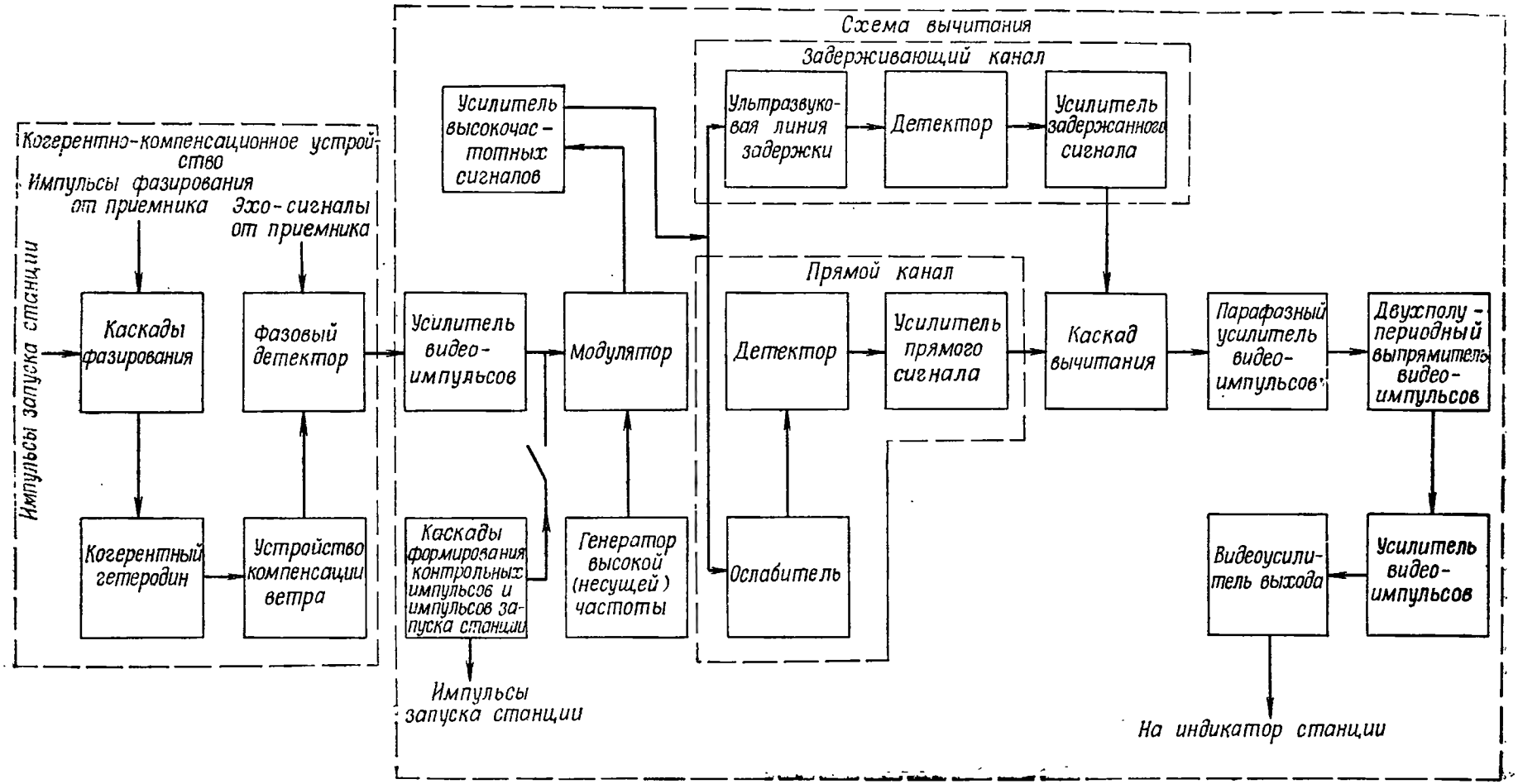


Рис. 174. Структурная схема когерентно-компенсационной системы защиты на ультразвуковой линии задержки

ции наблюдаются лишь сигналы, амплитуда которых изменяется, т. е. сигналы от движущихся целей.

Модулятор с генератором высокой частоты служат для преобразования видеосигналов, поступающих с фазового детектора, в высокочастотные импульсы. Это необходимо для обеспечения неискаженной передачи сигнала по линии задержки.

Высокочастотные импульсы усиливаются в усилителе высокочастотных сигналов и поступают на прямой канал (ослабитель, детектор, усилитель прямого сигнала) и задерживающий канал (ультразвуковая линия задержки, детектор, усилитель задержанного сигнала). Продетектированные сигналы с двух каналов подаются на каскад вычитания, причем полярность задержанного сигнала на входе каскада вычитания противоположна полярности прямого сигнала, а задержка сигнала равна периоду повторения.

После взаимного вычитания импульсов в каскаде вычитания сигнал, равный разности импульсов (может быть любого знака), подается на парафазный усилитель.

При воздействии на вход парафазного усилителя сигналов различной полярности на его выходе будут сигналы равной амплитуды, но различной полярности.

На выходе двухполупериодного выпрямителя импульсы будут всегда одной полярности, необходимой для индикатора станции.

После двухполупериодного выпрямителя видеоимпульсы усиливаются и подаются на индикатор станции.

В каскадах формирования контрольных импульсов и импульсов запуска станции вырабатываются импульсы для проверки работы схемы вычитания и импульсы запуска станции.

9.3.2. Характерные неисправности и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей следует пользоваться Перечнем (табл. 40).

Таблица 40

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
В режиме компенсации на экране индикатора отсутствуют сигналы от целей; уровень шумов мал	Неисправен фазовый детектор Неисправна лампа когерентного гетеродина Неисправно устройство компенсации ветра	Проверить лампы, заменить неисправные Заменить лампу Заменить лампу высокочастотного генератора устройства компенсации ветра

Окончание табл. 40

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
В режиме компенсации местных предметов или подвижных образований отметка от цели на экране индикатора слабая	Частота колебаний когерентного гетеродина отличается от частоты сигналов, проходящих через каскады УПЧ приемника	Настроить контур когерентного гетеродина на нужную частоту по методике, указанной в ИЭ
На экране индикатора виден импульс, прошедший прямой канал, который почти не меняет своей величины при вращении ручки КОМПЕНСАЦИЯ КОНТРОЛЬНОГО ИМПУЛЬСА; при этом в начале развертки виден импульс, меняющий свою величину при вращении указанной ручки	Увеличение затухания в ультразвуковой линии задержки (рис. 175) вследствие загрязнения контактов, обрыв или замыкание в монтаже входа или выхода линии, расстройка контуров линии	Провести профилактику линии задержки согласно инструкции по эксплуатации станции
	Неисправна одна или несколько ламп в каскадах формирования импульсов запуска	Заменить лампу
На экране индикатора имеется только один контрольный импульс, величина которого не меняется при вращении ручки КОМПЕНСАЦИЯ КОНТРОЛЬНОГО ИМПУЛЬСА	Неисправна ультразвуковая задержка (УЛЗ)	Заменить УЛЗ
	Неисправна одна из ламп задерживающего канала	Заменить лампу
На экране индикатора нет ни прямых, ни задержанных контрольных импульсов. Имеются сигналы от местных предметов	Неисправен каскад формирования контрольных импульсов	Заменить неисправные лампы
Остаток от контрольного импульса не может быть полностью скомпенсирован ручкой КОМПЕНСАЦИЯ КОНТРОЛЬНОГО ИМПУЛЬСА	Сузилась полоса пропускания линии задержки	Заменить линию
	Изменилась частота настройки генератора высокой (несущей) частоты	Подстроить частоту генератора по методике, указанной в ИЭ

9.3.3. Проверяемые технические требования

После устранения неисправностей система защиты от пассивных помех подлежит проверке по следующим требованиям:

диапазон перестройки частоты когерентного гетеродина (п. 9.2.4);

напряжение когерентного гетеродина на плечах фазового детектора (п. 9.2.4);

диапазон частот фазирования когерентного гетеродина (п. 9.2.4);

частота компенсации ветра устройства компенсации ветра (п. 9.2.4);

частота следования импульсов запуска станции;
амплитуда и длительность контрольных импульсов;
резонансная частота и полоса пропускания усилителя высокочастотных сигналов;
величина напряжения генератора несущей частоты;
глубина модуляции несущей частоты контрольным импульсом;
коэффициент передачи напряжения по прямому и задерживающему каналам;
остаточное напряжение от компенсируемого контрольного импульса.

9.3.4. Методика проверки технических требований

Частота следования импульсов запуска станции, вырабатываемых каскадами формирования импульсов запуска, должна соответствовать величине, указанной в формуляре или ТО.

Должно быть обеспечено изменение периода следования импульсов на величину, указанную в формуляре или ТО.

Проверка и настройка для выполнения требований показаны на примере схемы, изображенной на рис. 175 (схема выполнена в виде кольца).

В кольце запуска устанавливается режим генерации импульсов. Частота следования импульсов кольца запуска изменяется с помощью электронной схемы задержки. Каскад запирания вырабатывает импульс, служащий для разрыва кольца на определенное время после сформирования импульсов в генераторе импульсов.

Проверять в следующем порядке:

подать на вход *X* осциллографа от низкочастотного генератора напряжение частотой, равной частоте следования импульсов запуска; установить такую амплитуду напряжения генератора сигналов, при которой линия развертки будет примерно равна половине экрана осциллографа;

установить регулировку изменения частоты следования импульсов запуска (в электронной схеме задержки) в положение, соответствующее нижнему пределу частоты следования импульсов;

подать на вход *Y* осциллографа импульсы запуска станции с выхода согласующего каскада;

плавно изменить частоту генератора сигналов до получения устойчивого (или медленно перемещающегося) изображения одиночного импульса на экране осциллографа; определить нижний предел $F_н$ частоты следования импульсов запуска по шкале генератора сигналов; определить период следования импульсов запуска по формуле

$$T_н = \frac{10^6}{F_н},$$

где $T_н$ — период следования, мкс;
$F_н$ — частота следования, Гц;

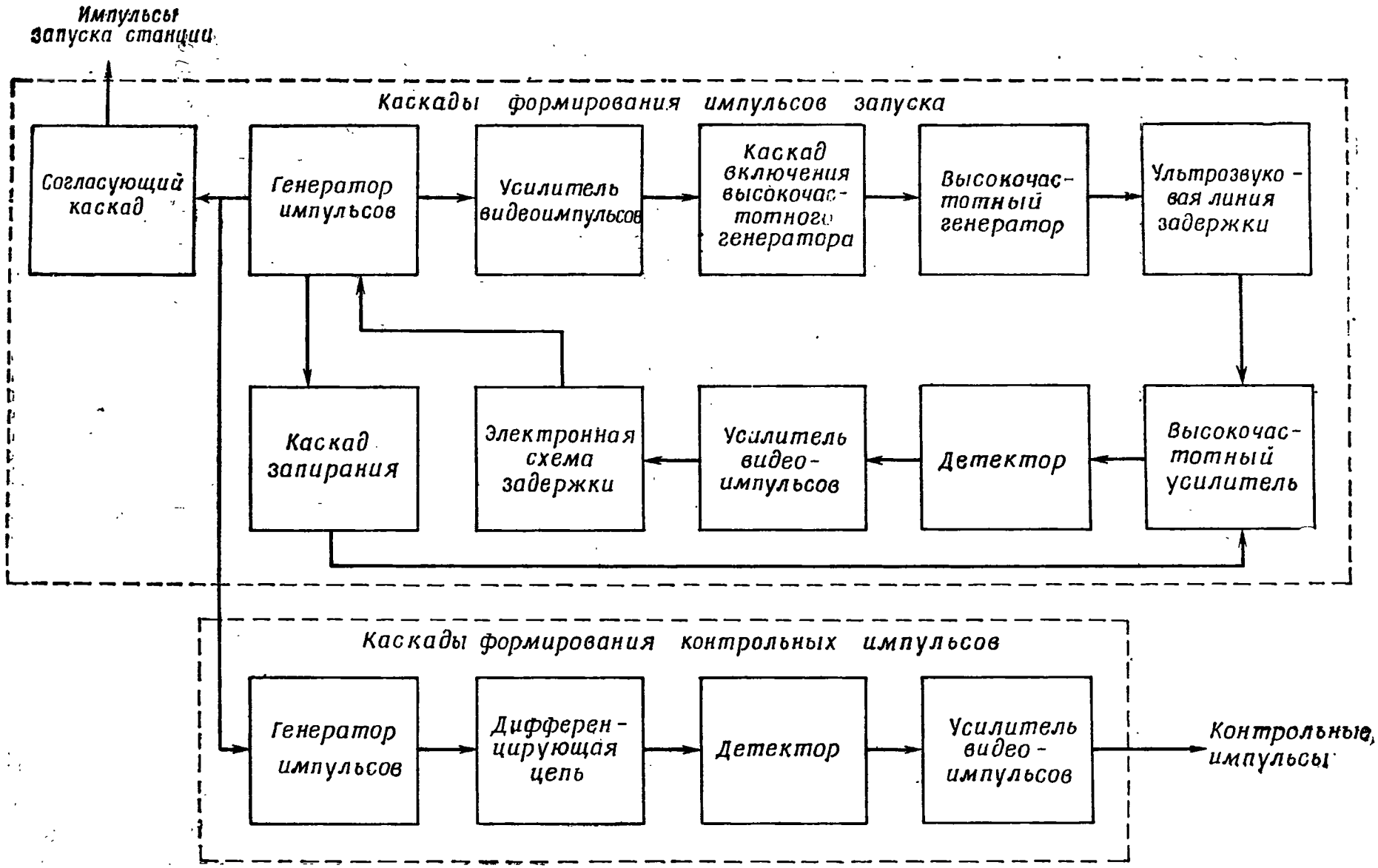


Рис. 175. Структурная схема каскадов формирования контрольных импульсов и импульсов запуска станции

установить регулировку изменения частоты следования импульсов запуска в положение, соответствующее верхнему пределу частоты следования;

определить верхний предел $F_в$ частоты следования импульсов запуска; определить период следования импульсов запуска по формуле

$$T_в = \frac{10^6}{F_в};$$

определить изменение периода следования импульсов запуска по формуле

$$\Delta T = T_в - T_н.$$

Если импульсы запуска станции на выходе согласующего каскада отсутствуют (нет изображения одиночного импульса на экране осциллографа), проверить лампу и элементы генератора импульсов, режим питания этого каскада. Проверить также лампы остальных каскадов формирования импульсов запуска, режимы питания этих каскадов, проверить монтаж ультразвуковой линии задержки, входной и выходной контуры этой линии задержки.

При несоответствии величины изменения периода следования импульсов запуска станции требуется проверить элементы регулировки частоты следования импульсов в электронной схеме задержки.

Амплитуда и длительность контрольных импульсов, вырабатываемых каскадами формирования контрольных импульсов, должны соответствовать величинам, указанным в ИЭ или ТО.

Проверка и настройка для выполнения требования показаны на примере схемы, изображенной на рис. 175, в которой импульсы запуска станции являются запускающими импульсами каскадов формирования контрольных импульсов.

Проверять в следующем порядке:

подключить вход *Y* осциллографа к выходу усилителя видеоимпульсов схемы формирования контрольных импульсов;

на вход X осциллографа подать импульсы запуска станции с выхода согласующего каскада схемы формирования импульсов запуска; включить осциллограф в режим внешней синхронизации;

измерить амплитуду и длительность контрольного импульса.

Если требования пункта не выполняются, проверить лампы каскадов формирования контрольного импульса и режимы каскадов на этих лампах.

Резонансная частота и полоса пропускания усилителя высокочастотных сигналов должны соответствовать величинам, указанным в ИЭ или ТО.

Проверка и настройка для выполнения данного требования показаны на примере принципиальной электрической схемы (рис. 176).

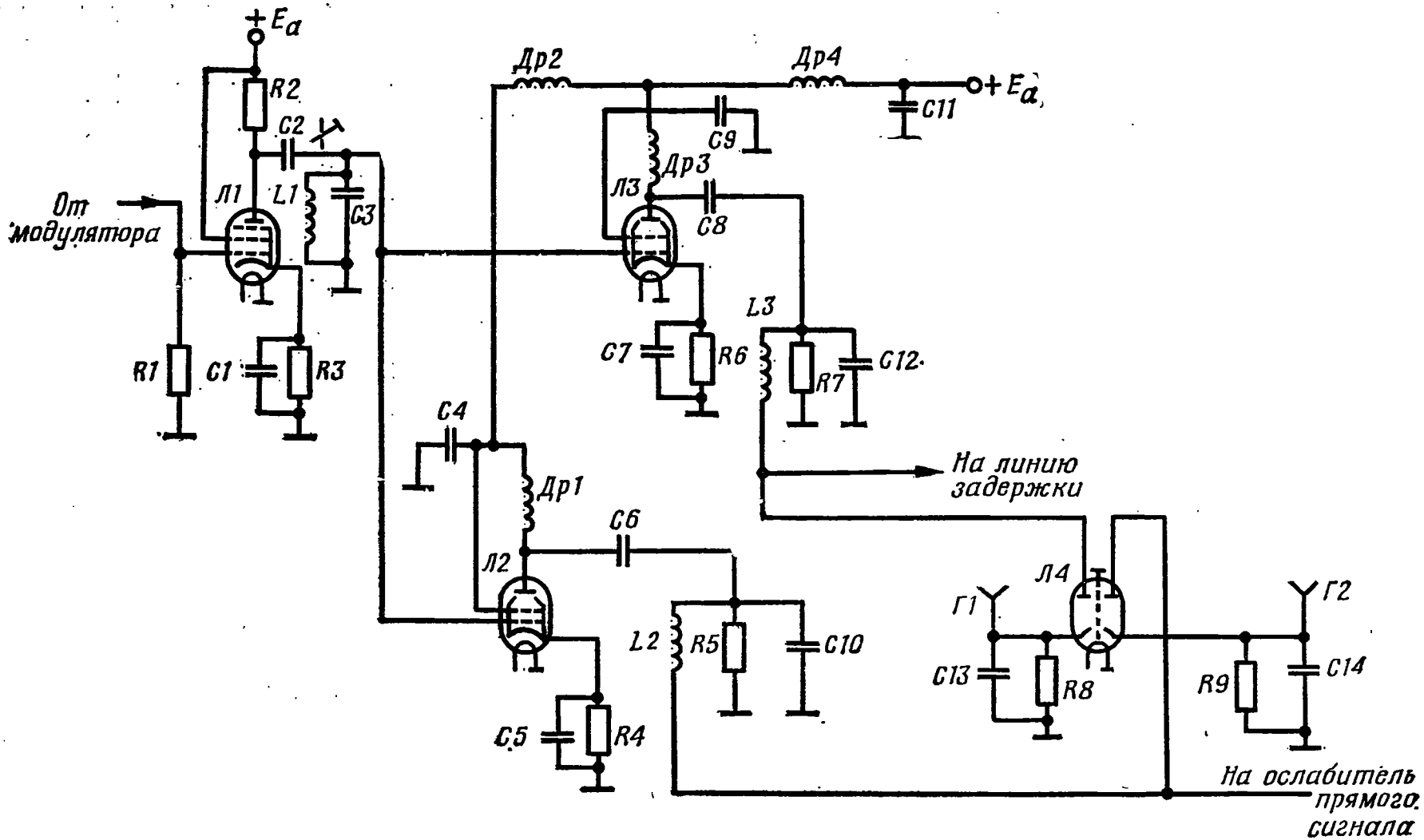


Рис. 176. Принципиальная электрическая схема усилителя высокочастотных сигналов

Проверять в следующем порядке:

подключить к контрольному гнезду Г1 контрольного детектора (лампа Л4) вольтметр постоянного тока;

подать на управляющую сетку лампы Л1 (1-й каскад усилителя высокой частоты) от генератора высокочастотных сигналов, включенного в режим непрерывной генерации, напряжение частотой, равной частоте генератора несущей частоты (рис. 174);

плавно изменить частоту ГСВ до получения максимального показания вольтметра, подключенного к контрольному гнезду Г1 (рис. 176);

установить выходное напряжение ГСВ такой величины, чтобы показание вольтметра было равно 0,5 — 1 В ($U_{макс}$);

изменяя частоту ГСВ в обе стороны, определить частоты $f_н$ и $f_в$, при которых показания вольтметра будут такой величины, которая требуется для измерения полосы пропускания;

определить резонансную частоту по формуле

$$f_р = \frac{f_н - f_в}{2};$$

определить полосу пропускания по формуле

$$\Delta f = f_в - f_н;$$

подключить вольтметр постоянного тока к контрольному гнезду Г2 лампы Л4 и повторить предыдущую проверку.

Если резонансная частота не соответствует требуемой величине, настроить каскады усилителя высокой частоты в следующем порядке:

подключить вольтметр постоянного тока к контрольному гнезду Г1;

подать от ГСВ на управляющую сетку лампы Л1 сигнал частотой, равной частоте генератора несущей частоты;

вращая поочередно сердечники катушек L1 и L3, добиться в каждом случае максимального показания вольтметра;

подключить вольтметр постоянного тока к контрольному гнезду Г2;

вращая сердечник катушки L2, добиться максимального показания вольтметра.

Если полоса пропускания не соответствует требуемой величине, проверить резисторы R5 и R7. Уменьшение сопротивления этих резисторов ведет к расширению полосы пропускания.

Величина напряжения генератора несущей частоты, поступающего на модулятор, должна соответствовать данным, указанным в ИЭ или ТО.

Проверять электронным вольтметром переменного тока высокой частоты, подключенным к выходу генератора несущей частоты.

Если напряжение не соответствует требуемой величине, проверить лампу генератора, режим питания каскада.

Глубина модуляции несущей частоты контрольным импульсом должна соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

подать на модулятор (рис. 174) контрольные импульсы с каскадов формирования контрольных импульсов или подать импульсы требуемой полярности от генератора импульсов (длительность и амплитуда импульсов указаны в ТО или ИЭ);

измерить осциллографом амплитуду $U_с$ импульса на контрольном гнезде Г1 контрольного детектора усилителя высокочастотных сигналов (рис. 176);

измерить электронным вольтметром постоянного тока уровень $U_и$ несущей частоты на контрольном гнезде Г1 контрольного детектора усилителя высокочастотных сигналов;

определить глубину модуляции в процентах по формуле

$$m = \frac{U_с}{U_н} 100\%.$$

Если глубина модуляции не соответствует требуемой величине, проверить лампу модулятора, режим питания каскада.

Резонансная частота и полоса пропускания усилителя задержанного сигнала и усилителя прямого сигнала должны соответствовать величинам, указанным в ИЭ или ТО.

Проверять и настраивать аналогично проверке и настройке усилителя промежуточной частоты, изложенным в разд. 3.

Коэффициенты передачи напряжения по прямому и задерживающему каналам должны соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

отключить задерживающий канал от выхода усилителя высокочастотных сигналов (рис. 174);

подать на вход модулятора контрольные импульсы с каскадов формирования контрольных импульсов и импульсов запуска станции;

измерить осциллографом амплитуду импульсов $U_{вх}$ на контрольном гнезде Г2 контрольного детектора усилителя высокочастотных сигналов (рис. 176);

измерить амплитуду импульсов $U_{вых}$ на выходе схемы вычитания (видеоусилитель выхода);

определить коэффициент передачи напряжения по прямому каналу по формуле

$$K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}};$$

подключить вход задерживающего канала к усилителю высокочастотных сигналов и отключить прямой канал от выхода усилителя высокочастотных сигналов;

аналогично определить коэффициент передачи напряжения по задерживающему каналу; амплитуду импульсов $U_{вх}$ измерять на контрольном гнезде Г1 контрольного детектора усилителя высокочастотных сигналов.

Если коэффициенты передачи обоих каналов не соответствуют требуемой величине, проверить лампы каскада вычитания парафазного усилителя видеоимпульсов, двухполупериодного выпрямителя, усилителя видеоимпульсов и видеоусилителя выхода; проверить режимы питания этих каскадов.

В случае когда коэффициент передачи напряжения со входа одного из каналов не соответствует требуемой величине, проверить лампы каскадов соответствующего канала и режимы питания этих каскадов.

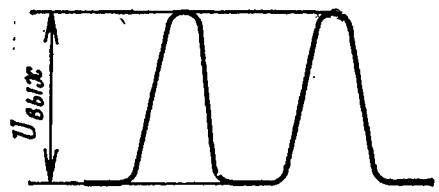


Рис. 177. Изображение контрольных импульсов на экране осциллографа

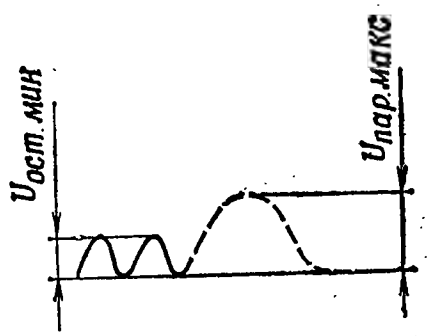


Рис. 178. Изображение остаточного напряжения и паразитных сигналов от компенсируемого контрольного импульса

Остаточное напряжение от компенсируемого контрольного импульса на выходе схемы вычитания должно соответствовать величине, указанной в ИЭ или формуляре. Паразитные сигналы на выходе не должны превышать требуемой величины.

Проверять в следующем порядке:

подать на вход модулятора контрольный импульс с каскадов контрольных импульсов;

подключить вход *У* осциллографа к выходу схемы вычитания;

изменить период следования контрольных импульсов (регулировкой в каскадах формирования контрольных импульсов и импульсов запуска станции) так, чтобы на экране осциллографа наблюдались два расположенных рядом импульса;

изменить амплитуду контрольного импульса, следующего по прямому каналу, так, чтобы на экране осциллографа наблюдались контрольные импульсы одинаковой амплитуды $U_{вых}$ (рис. 177); регулировка амплитуды импульса, следующего по прямому каналу, находится в каскаде ослабителя;

установить режим компенсации, т. е. добиться минимального остаточного напряжения на выходе схемы вычитания, выравнивая амплитуду контрольных импульсов (регулировкой амплитуды в каскаде ослабителя прямого сигнала) и совмещая контрольные импульсы (регулировкой изменения их частоты следования);

измерить осциллографом абсолютное значение остаточного напряжения $U_{ост.\,мин}$ и амплитуду паразитных сигналов $U_{пар.\,макс}$ (рис. 178);

определить величину остаточного напряжения по формуле

$$U_{ост} = \frac{U_{ост.\,мин}}{U_{вых}} 100\%;$$

определить величину паразитных сигналов в процентах по формуле

$$U_{пар} = \frac{U_{пар.\,макс}}{вых} 100\%.$$

Если требование пункта не выполняется, проверить элементы регулировки амплитуды импульса в прямом канале, проверить лампы усилителей задержанного и прямого сигналов детекторов, проверить режимы питания этих каскадов.

В случае когда указанные элементы исправны, а остаточное напряжение от компенсируемого контрольного импульса и паразитные сигналы превышают требуемые величины, осмотреть монтаж входного и выходного колебательных контуров ультразвуковой линии задержки, устранить неисправности монтажа.

Для уменьшения паразитных сигналов отражающие грани линии задержки, кроме преобразующих, смазать тонким слоем (0,5—1,5 мм) смазки (марка смазки указана в ТО или ИЭ).

10. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ УЗЛЫ И БЛОКИ

В настоящем разделе приводятся общие сведения по проверке механизмов электромеханических узлов и блоков при их дефектации и после ремонта.

В разделе описаны наиболее применяемые методы проверки механизмов в сборе, указаны используемые при этом приборы, инструмент и оснастка, а также приведены краткие сведения о факторах, вызывающих ухудшение параметров механизмов.

10.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Механизмы блоков в зависимости от передаваемого крутящего момента можно разделить на механизмы силовые, передающие значительные усилия (крутящие моменты), и механизмы ненагруженные, не передающие заметных силовых (крутящих) моментов. К силовым механизмам относятся механизмы вращения кабин, антенн, качания отражателей и т. п. К ненагруженным механизмам относятся отсчетные механизмы, механизмы шкал, следящих систем и т. п.

Выбор средств и методов контроля параметров механизмов в значительной мере зависит от величины передаваемого усилия (крутящего момента). Так, для контроля ненагруженных механизмов, представляющих собой мелкомодульные зубчатые пере-

дачи (модуль $m<1$ мм), должны использоваться безмоментные и бесконтактные методы и средства измерения, не оказывающие искажающего влияния на измеряемую величину. Контроль силовых механизмов с модулем $m>1$ мм может осуществляться контактными приборами и инструментом, так как момент трогания этих механизмов во много раз превосходит моменты, создаваемые за счет измерительных усилий приборов.

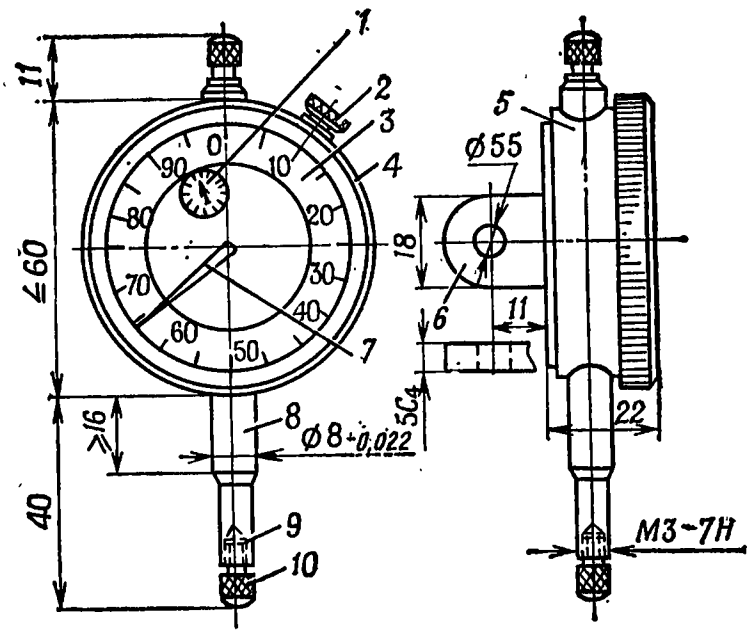


Рис. 179. Индикатор часового типа 0—10 мм:
1 — указатель оборотов; *2* — стопор ободка; *3* — циферблат; *4* — ободок; *5* — корпус; *6* — ушко; *7* — стрелка; *8* — гильза; *9* — измерительный стержень; *10* — наконечник

К контактным приборам относятся индикаторы часового и рычажного типов, электрические датчики и т. п. Каждый контактный прибор или инструмент имеет свои измерительные усилия, создающие на проверяемом звене крутящие и изгибающие моменты.

К бесконтактным приборам относятся оптические средства измерения (отсчетные микроскопы, теодолиты, автоколлимационные трубки), а также измерительные шкалы, уровни, стрелки и т. п.

В случае когда для проверки механизма, передающего незначительные усилия, применение бесконтактных методов и средств по какой-либо причине невозможно, необходимо определить измерительные усилия контактных приборов, для того чтобы учесть их искажающее влияние на результат измерений. В качестве примера ниже рассмотрена методика определения измерительных усилий индикатора часового типа.

В индикаторах часового типа (рис. 179) измерительное усилие создается цилиндрической винтовой пружиной, поэтому по мере движения измерительного стержня, связанного с ней, и сжатия пружины измерительное усилие индикаторов изменяется.

Индикаторы, имеющие разные пределы измерения, а также разные экземпляры индикаторов на один и тот же предел измерения,

имеют разные измерительные усилия. По ГОСТ 577—68 измерительное усилие индикаторов часового типа должно находиться в пределах 80—200 гс.

Движение измерительного стержня индикатора должно быть плавным, без задержек и заеданий. Стрелка после снятия давления с измерительного стержня должна свободно возвращаться в

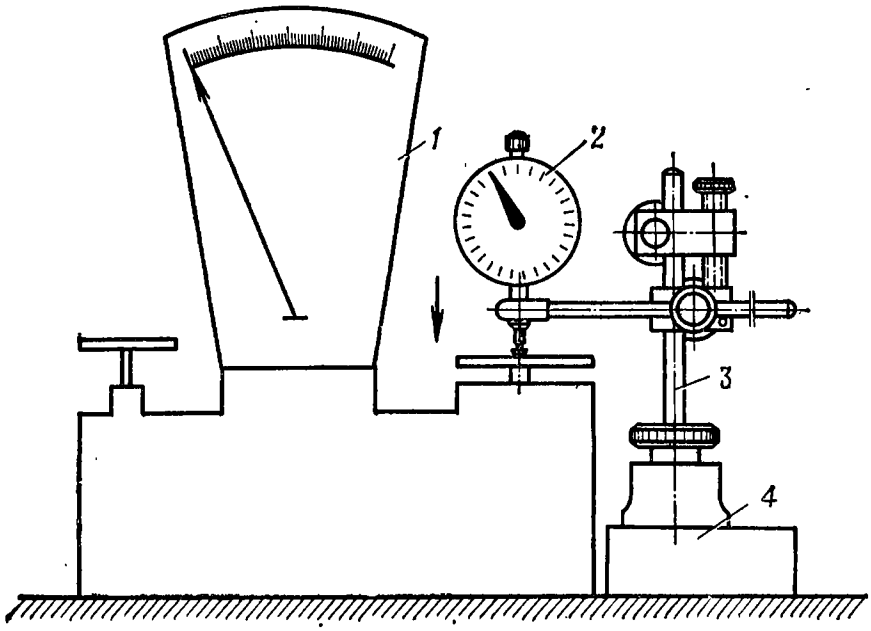


Рис. 180. Схема проверки измерительного усилия индикаторов часового типа:

1 — настольные циферблатные весы; *2* — индикатор часового типа; *3* — штатив ГОСТ 10197—70; *4* — подставка (применять в случае необходимости)

исходное положение. Индикаторы, не удовлетворяющие указанным требованиям, могут иметь неравномерное измерительное усилие, что приведет к ошибкам при проверке мертвых ходов механизмов.

Перед определением измерительного усилия необходимо установить индикатор на нуль, для чего сообщить натяг измерительному стержню не менее чем 0,15 мм и, поворачивая ободок, совместить нулевой штрих основной шкалы циферблата со стрелкой. После этого проверить постоянство показаний индикатора, для чего 2—3 раза поднять измерительный стержень на высоту 2—3 мм и опустить его. Если стрелка займет какое-либо иное положение, снова совместить с ней нулевой штрих основной шкалы циферблата.

Измерительное усилие индикаторов можно определить по схеме, приведенной на рис. 180, с помощью настольных циферблатных весов *1* ГОСТ 13882—68. Индикатор закрепляется на штативе так, чтобы его измерительный наконечник не доходил до верхней поверхности площадки весов на 0,5—1 мм. Затем с помощью микрометрического винта индикатор опускается вниз до тех пор, пока стрелка индикатора не установится на нуль. Записывается первое

показание весов и индикатора. После этого индикатор плавно опускается вниз, через каждые 5—10 гс записываются показания весов и индикатора. Такие измерения и записи производятся на полном пределе измерения индикатора. Для каждого индикатора из-

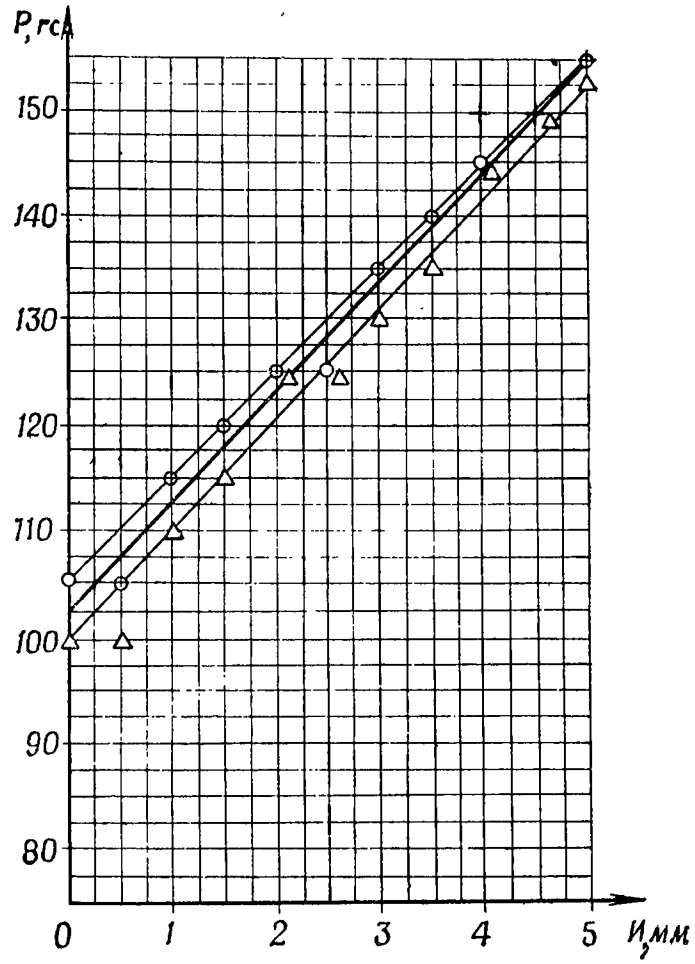


Рис. 181. График зависимости измерительного усилия Р от показаний шкалы И индикатора часового типа с пределом измерения 0—5 мм

мерения повторяются 3 раза. По данным этих измерений строится усредненный график зависимости измерительного усилия Р (гс) от показаний шкалы индикатора И (мм). Пример графика приведен на рис. 181. Для получения большей точности график строится в крупном масштабе. По графику определяется измерительное усилие индикатора на рабочем участке шкалы.

Ниже рассмотрены наиболее употребительные методы проверки параметров механизмов.

10.2. ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Техническое состояние механизма зависит не только от исправности его деталей, но и от качества его сборки, регулировки и приработки после ремонта.

Исправность механизма при дефектации, так же как и качество его сборки, регулировки и приработки после ремонта, опреде-

ляется путем измерения следующих параметров: осевого зазора (люфта), мертвого хода, статического момента, плавности и легкости хода.

Номинальные числовые значения всех или части перечисленных параметров и допустимые отклонения от них для конкретных механизмов указываются в ремонтной документации.

10.3. МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Проверка мертвых ходов

Мертвым ходом механизма (звена) называется угол поворота (или линейное перемещение) ведущего элемента кинематической цепи, в пределах которого ведомое звено остается неподвижным. Появление мертвого хода обусловлено наличием зазоров в соединениях (зацеплениях) и упругими деформациями звеньев механизма.

Величина мертвого хода характеризует степень износа и правильность сборки механизма, поэтому для каждого механизма в ремонтной документации указывается ее предельно допустимое значение.

Существует несколько методов измерения мертвых ходов. Для выбора метода проверки мертвого хода в каждом конкретном случае необходимо знать кинематическую схему механизма и следующие его параметры:

допустимую величину мертвого хода;

момент вращения со стороны ведущего валика при контроле;

необходимый момент нагрузки на ведомом валике при контроле;

момент трогания, необходимый для поворота механизма;

передаточное отношение механизма.

Существуют два основных способа проверки мертвых ходов:

проверка нагружением ведущего валика при неподвижном (закрепленном) ведомом валике механизма;

проверка при незакрепленном ведомом валике механизма с нагружением или без нагружения ведущего валика.

Проверка мертвого хода при закрепленном ведомом валике применяется преимущественно для зубчатых цилиндрических и конических зацеплений с небольшим передаточным отношением (примерно 1:5). При этом, как правило, закрепляется тихоходный валик, а быстроходный валик поворачивают до упора в обоих направлениях. Угол поворота быстроходного валика между двумя крайними положениями и определяет величину мертвого хода.

Вращение валика осуществляется специальными приборами или приспособлениями, создающими реверсивный крутящий момент. Величина этого момента не должна превышать значений, указанных в ремонтной документации, во избежание поломки механизма или искажения результатов измерения вследствие упругих деформаций. Для крупномодульных силовых механизмов допускается осуществлять вращение ведущего валика рукой, однако без применения чрезмерных усилий.

Проверка мертвого хода (при незакрепленном ведомом валике) применяется для зубчатых передач, а также для червячных, кулачковых, коноидных и других механизмов, где закрепление ведомого валика недопустимо вследствие возможного образования большого контактного усилия между звеньями передачи, несвойственного условиям нормальной эксплуатации механизма.

Проверка мертвого хода (при незакрепленном ведомом валике) может производиться по двум схемам.

Первая схема проверки мертвого хода заключается в том, что поворачивают ведущий валик механизма в одном направлении и после начала вращения ведомого валика вращение ведущего валика прекращают. Отсчитывают угол поворота ведущего валика, замечают положение ведомого валика, принимая его за первоначальное (нулевое) положение. После произведенных отсчетов вращают ведущий валик механизма в том же направлении так, чтобы ведомый валик повернулся на некоторый угол. Затем вращают ведущий валик в обратном направлении; и в тот момент, когда ведомый валик займет первоначально замеченное (нулевое) положение, вращение ведущего валика прекращают, производят отсчет угла поворота ведущего валика. Разность отсчетов углов поворота ведущего валика равна величине мертвого хода.

По второй схеме проверки поворачивают ведущий валик в одном направлении до момента трогания (начала вращения) ведомого валика. После начала вращения ведомого валика вращение прекращают и отсчитывают угол поворота ведущего валика. Затем поворачивают ведущий валик в обратном направлении до момента начала вращения ведомого валика и снова отсчитывают угол поворота ведущего валика. Разность или сумма первого и второго отсчетов равна величине мертвого хода механизма.

Ввиду трудности точного определения момента трогания ведомого валика предпочтительно применять первую схему проверки.

Для определения угла поворота ведущего звена механизма применяются шкалы, отсчетные микроскопы, автоколлимационные трубки, уровни, индикаторы часового или рычажного типа и т. п.

Приборы и инструмент для определения начала вращения (момента трогания) или первоначального (нулевого) положения ведомого валика механизма иногда называют нуль-индикаторами. К ним относятся индикаторы часового или рычажного типа, отсчетные микроскопы, автоколлиматоры, электрические датчики и др.

Проверка мертвого хода с помощью индикатора часового типа и шкалы

Допустим, необходимо проверить мертвый ход механизма (рис. 182) от ведущего валика I до шкалы 7. Мертвый ход должен быть не более 2°. Момент трогания $M_{тр}$ механизма, приложенный

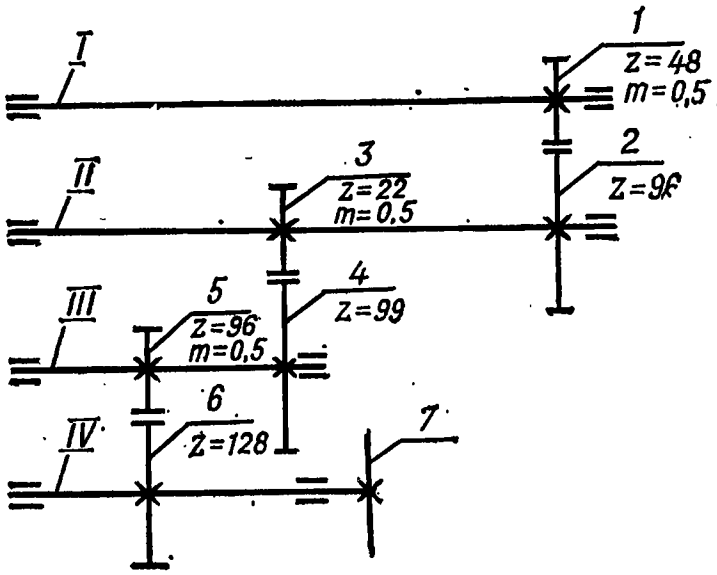


Рис. 182. Кинематическая схема механизма:
I — ведущий валик; II, III — промежуточные валики; IV — ведомый валик; *1—6* — шестерни; *7* — шкала

к ведущему валику I, должен быть не менее 70 гс·см. Цена деления шкалы 15°±5′. Ширина высокой риски шкалы 0,6 мм; ширина низкой риски шкалы 0,3 мм. Ведущий и ведомый валики при проверке не нагружать.

Примем метод проверки при незакрепленном выходном валике. Величину поворота ведущего валика предполагаем определять с помощью индикатора часового типа и рычага с плечом, равным 100 мм, закрепленного на ведущем валике. Среднее измерительное усилие индикатора на рабочем участке 1—2 мм шкалы равно 120 гс. Вращающий момент $M_{вр}$ (гс·см), создаваемый измерительным усилием индикатора на плече рычага, определим по формуле

$$M_{вр} = PL, \qquad (1)$$

где P — измерительное усилие индикатора, гс;
L — длина рычага, см.

Подставив в формулу (1) численные выражения, получим:

$$M_{вр} = 120 \cdot 10 = 1200 \text{ гс} \cdot \text{см}.$$

При полученной величине вращающего момента ведущий валик начинает поворачиваться от измерительного усилия индикатора, так как $M_{вр} > M_{тр}$, поэтому проверка мертвого хода в данном случае невозможна.

На рис. 183 приведена схема проверки мертвого хода с помощью индикатора часового типа и шкалы с учетом компенсации действия измерительного усилия индикатора.

Компенсация измерительного усилия осуществляется микрометрическим винтом *3* через рычаг *6*. Пружина *4* удерживает рычаг *6* в соприкосновении с винтом. Все эти детали крепятся на кронштейне *5*, который установлен на штативе для индикатора часового типа или на стойке для крепления автоколлимационной трубки.

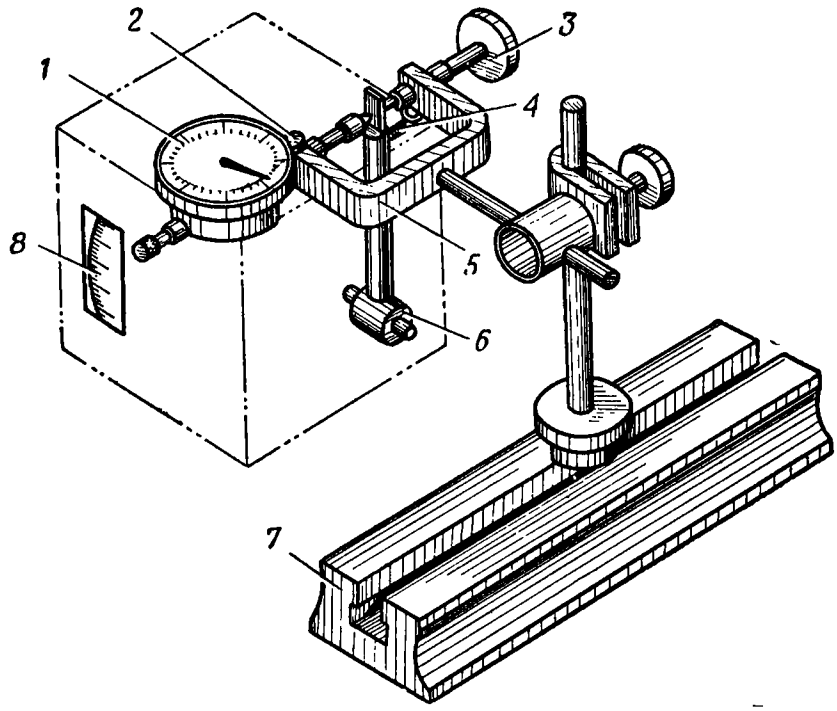


Рис. 183. Схема проверки мертвого хода с помощью индикатора часового типа и шкалы:

1 — индикатор часового типа; *2* — винт; *3* — микрометрический винт; *4* — пружина; *5* — кронштейн; *6* — рычаг; *7* — штатив для крепления индикатора; *8* — шкала механизма

Для проверки мертвого хода механизм устанавливают на плиту. На ведущем валике закрепляют рычаг *6* с плечом, равным 100 мм. Штатив с кронштейном *5* устанавливают на плиту, на кронштейне винтом *2* закрепляют индикатор. Пружину *4* закрепляют за рычаг *6*. Положение индикатора регулируют так, чтобы измерительный наконечник индикатора был перпендикулярен рычагу, а точка касания измерительного наконечника находилась на расстоянии 100 мм от оси ведущего валика.

При вращении микрометрического винта *3* в одну сторону в момент совмещения риски одного из низких делений шкалы механизма с визиром вращение винта прекращают. Замечают первое показание индикатора. Продолжают вращать микрометрический винт в том же, а затем в обратном направлении, и в момент совмещения первоначально замеченной риски шкалы с визиром вращение винта *3* прекращают и отсчитывают второй раз по индикатору. Разность показаний индикатора равна величине мертвого хода в миллиметрах.

Допустим, что разность показаний индикатора равна 3,35 мм. Величину мертвого хода в угловой мере определим по формуле

$$\operatorname{tg}(\Delta\varphi_{м.х}) = \frac{X}{L}, \qquad (2)$$

где $\Delta\varphi_{м.х}$ — величина мертвого хода, °;

X — разность показаний индикатора, мм;

L — длина рычага, мм.

Подставив в формулу (2) численные значения $L=100$ мм и $X=3{,}35$ мм, получим $\operatorname{tg}(\Delta\varphi_{м.х})=0{,}0335$.

По таблице (приложение 4) находим $\Delta\varphi_{м.х}=1°55'$, следовательно, мертвый ход равен 1°55′.

В данном примере при измерении мертвого хода с помощью индикатора часового типа и шкалы при подсчете погрешность измерения составляет 70% величины допуска на мертвый ход. Такая погрешность метода проверки в данный момент недопустима. Эта проверка возможна только в случае большого допуска на мертвый ход и малого передаточного числа механизма ($i<5$).

Чтобы сделать этот метод проверки более точным, необходимо более точное определение момента трогания, т. е. нужно применить какое-либо оптическое устройство для более точного совмещения риски шкалы с визиром (например, отсчетный микроскоп).

Проверка мертвого хода с помощью двух шкал

Допустим, необходимо проверить мертвый ход механизма (рис. 184) в кинематической цепи от ведущего валика I (червяка) до ведомого валика III. Мертвый ход при нагрузке ведомого валика реверсивным моментом, равным 105 кгс·см, должен быть не более 25°.

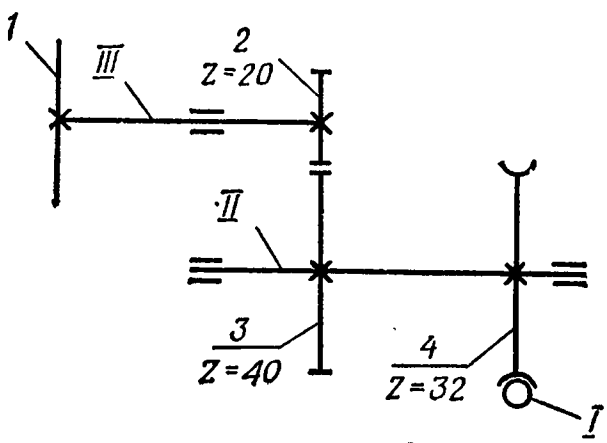


Рис. 184. Кинематическая схема механизма:

I — ведущий валик (червяк, $z=2$); II — промежуточный валик; III — ведомый валик; *1* — шкала; *2*, *3* — шестерни; *4* — червячное колесо

Примем метод проверки с незакрепленным ведомым валиком с помощью двух шкал диаметром $D_{ш}=150$ мм, ценой деления 1°, шириной рисок 0,3 мм.

Для проверки на ведомый вал механизма устанавливают шкалу *2* (рис. 185) и шкив *1* диаметром 175 мм, а на ведущий вал шкалу *4* и маховик *5* механизма. На корпусе механизма с помощью крепежных деталей механизма или пластилина устанавливают индексы (стрелки) *3*. На шкиве закрепляют шнур и к нему подвешивают груз массой 12 кг, который создает момент 105 кгс·см.

Маховиком поворачивают ведущий вал так, чтобы груз поднимался. Затем (после небольшого подъема груза) вращение маховика прекращают и отсчитывают по шкалам *2* и *4*. После этого груз подвешивают на другую сторону шкива *1*, вращают маховик в обратном направлении до момента совмещения риски индекса *3*

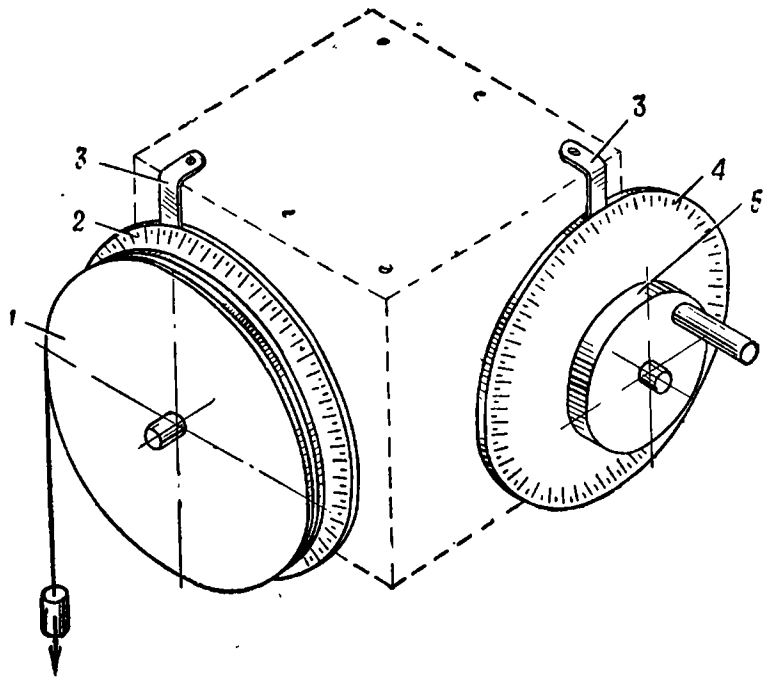


Рис. 185. Схема проверки мертвого хода механизма с помощью двух шкал:
1 — шкив; *2*, *4* — шкалы; *3* — индекс; *5* — маховик

с первоначально замеченным делением шкалы *2* ведомого валика. Одновременно отсчитывают по шкале *4* ведущего валика. Разность первого и второго отсчетов по шкале ведущего валика равна величине мертвого хода механизма.

Определим погрешность принятого метода измерения. Если совмещение риски шкалы *2* с риской индекса *3* выполнено с точностью ширины риски шкалы $\Delta C = 0{,}3$ мм, то погрешность отсчета по шкале *4* ведущего валика определим по формуле

$$\Delta\varphi = i\Delta\alpha, \qquad (3)$$

где i — передаточное число механизма от червячного колеса *4* (рис. 184) до шестерни *3;*

$\Delta\alpha$ — угол поворота шкалы, соответствующий ширине риски шкалы *2* (рис. 185).

Подставив числовые значения в формулу для определения передаточного отношения механизма получим $i = \frac{32 \cdot 20}{2 \cdot 40} = 8$.

$\Delta\alpha$ определяется из формулы

$$\operatorname{tg}\Delta\alpha = \frac{\Delta C}{R}, \qquad (4)$$

где ΔC — ширина риски, равная 0,3 мм;
R — радиус шкалы, равный 75 мм.

Подставив численные значения в формулу (4), получим

$$\operatorname{tg} \Delta\alpha = \frac{0{,}3}{75} = 0{,}004.$$

Отсюда $\Delta\alpha = 14'$ (приложение 4).

Подставляя полученные величины $\Delta\alpha$ и i в формулу (3), получим

$$\Delta\varphi = 8 \cdot 14' = 112' = 1°52'.$$

Погрешность проверки мертвого хода при заданном допуске 25° составит примерно $\frac{112'}{25 \cdot 60'} = 0{,}075$, или 7,5% величины допуска на мертвый ход. Следовательно, проверка выполнена с достаточной точностью.

Проверка мертвого хода с помощью двух шкал применяется при большом допуске на мертвый ход и небольшом передаточном числе.

Проверка мертвого хода с помощью шкалы

Допустим, необходимо проверить мертвый ход механизма, имеющего цилиндрические и конические зубчатые зацепления. При нагрузке ведущего валика *2* (рис. 186) реверсивным моментом 200 гс·см мертвый ход должен быть не более 6°. Передаточное число от ведущего валика *2* к ведомому валику *7* равно 10.

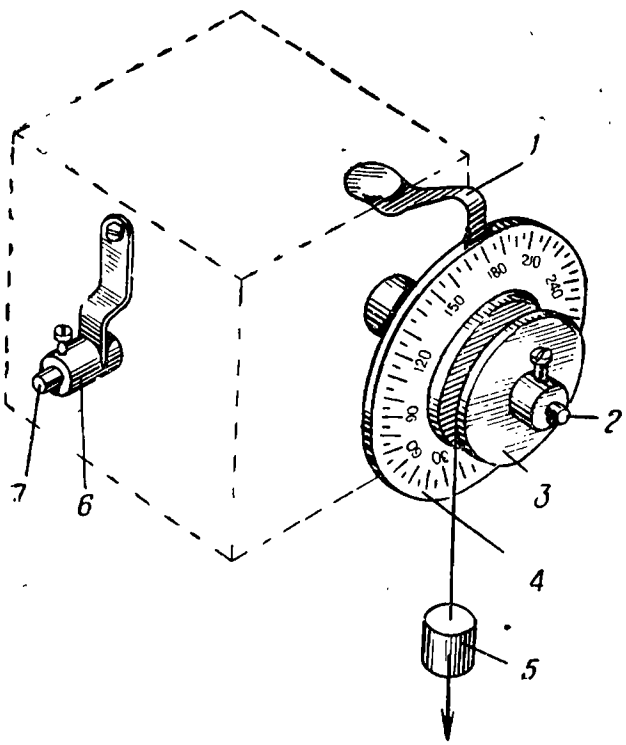


Рис. 186. Схема проверки мертвого хода механизма с помощью шкалы:

1 — индекс (стрелка); *2* — ведущий валик; *3* — шкив; *4* — шкала; *5* — груз; *6* — рычаг; *7* — ведомый валик

При проверке ведомый валик *7* стопорится с помощью рычага *6*, закрепленного винтом к корпусу механизма. На ведущий валик устанавливают шкив диаметром 100 мм и шкалу с ценой деления 1°. На корпусе механизма винтами или пластилином закрепляют индекс (стрелку) *1*. К нитке, намотанной в желобе шкива, подвешивают груз массой 40 г, обеспечивающий момент 200 гс·см. Производят первый отсчет по шкале. После этого груз подвешивают на другую сторону шкива и производят второй отсчет по шкале. Разность отсчетов по шкале равна величине мертвого хода.

Проверка мертвого хода с помощью шкалы применяется при большом допуске на мертвый ход (порядка единиц или десятков градусов).

Проверка мертвого хода с помощью индикатора часового типа и уровня

В случае проверки мертвого хода индикатором и уровнем уровень закрепляют на медленно вращающемся валике, а угол поворота (мертвый ход) быстро вращающегося валика измеряют индикатором.

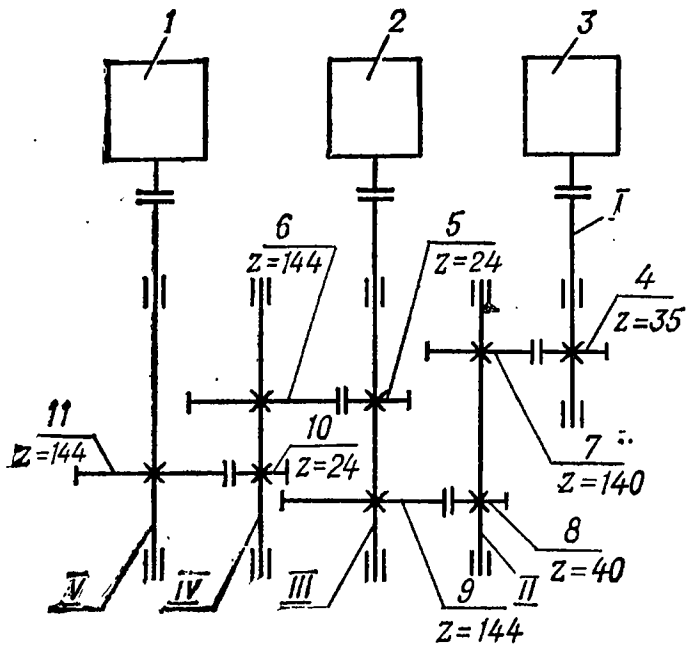


Рис. 187. Кинематическая схема механизма:
I — ведущий валик; III, V — ведомые валики; II, IV — промежуточные валики; *1* — сельсин точного отсчета; *2* — сельсин грубого отсчета; *3* — электродвигатель; *4—11* — шестерни

Допустим, необходимо проверить мертвый ход механизма (рис. 187) в кинематической цепи от валика III до валика V. Мертвый ход должен быть не более 120′.

Для проверки механизм устанавливают на плиту. На валике III закрепляют рычаг *6* (рис. 188) с плечом, равным 100 мм (обычно применяют рычаги с длиной плеча 50—100 мм). На штатив *4* крепится кронштейн *2*. В кронштейне с помощью винта закрепляют индикатор *1* часового типа. Пружину *3* зацепляют за рычаг. Положение индикатора регулируют так, чтобы измерительный наконечник индикатора был перпендикулярен рычагу *6*, а точка касания измерительного наконечника находилась на расстоянии 100 мм от оси валика. На валике V (рис. 187) закрепляют уровень с ценой деления 30″ так, чтобы ось уровня была перпендикулярна оси валика V.

Вращая микрометрический винт *5* (рис. 188) в одну сторону, выбрать мертвый ход. Это будет видно по началу движения пузырька уровня на валике. Вращая микрометрический винт в ту же сторону, пузырек уровня выводят примерно в среднее положение. После этого вращение микрометрического винта прекращают и замечают первое показание индикатора. Затем микрометрический

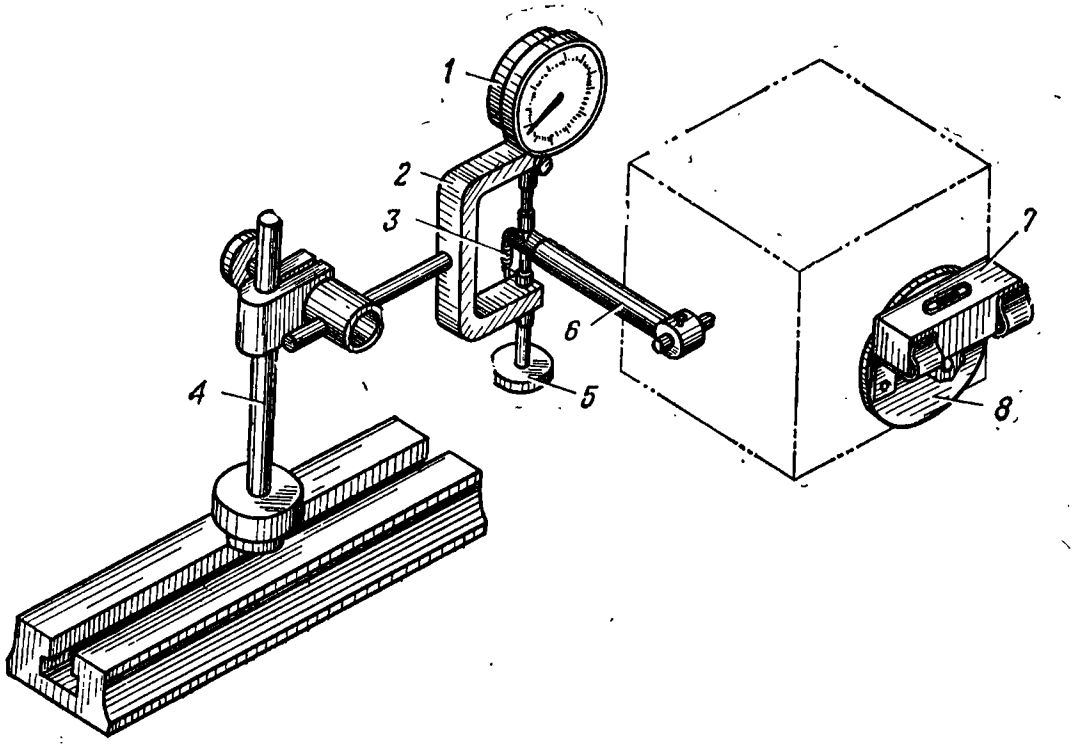


Рис. 188. Схема проверки мертвого хода механизма с помощью индикатора часового типа и уровня:

1 — индикатор часового типа; *2* — кронштейн; *3* — пружина; *4* — штатив для крепления индикатора; *5* — микрометрический винт; *6* — рычаг; *7* — уровень; *8* — приспособление для крепления уровня

винт медленно вращают в обратном направлении так, чтобы показания индикатора плавно изменялись через одно деление (0,01 мм), и наблюдают за пузырьком уровня. В момент трогания пузырька уровня вращение прекращают и замечают второе показание индикатора. Разность показаний индикатора равна величине мертвого хода в линейном измерении.

Допустим, что разность показаний индикатора равна 3 мм. Тогда мертвый ход $\Delta\varphi_{м.х}$ в угловой мере определим по формуле

$$\operatorname{tg}(\Delta\varphi_{м.х}) = \frac{X}{L}, \qquad (5)$$

где X — разность показаний индикатора, мм;

L — длина рычага, мм.

Подставив в формулу (5) численные значения, получим $\operatorname{tg}(\Delta\varphi_{м.х}) = 0{,}03$. Следовательно, $\Delta\varphi_{м.х} = 1°44'$ (приложение 4).

Определим погрешность принятого метода измерения. Если в момент трогания пузырек уровня переместился на одно деление,

соответствующее 30″ поворота валика V, то погрешность $\Delta\varphi$ отсчета на валике составит

$$\Delta\varphi = i\Delta\alpha, \qquad (6)$$

где i — передаточное число от валика III до валика V;

$\Delta\alpha$ — угол поворота валика V, соответствующий повороту валика III при перемещении пузырька уровня на одно деление.

Определим передаточное число между валиком III и валиком V:

$$i = \frac{144 \cdot 144}{24 \cdot 24} = 36.$$

Подставив в формулу (6) численные значения, получим

$$\Delta\varphi = 36 \cdot 30'' = 1080'' = 18'.$$

Допуск на мертвый ход равен 120′. Следовательно, погрешность измерения мертвого хода составляет $\frac{18'}{120'}\,100\% = 15\%$, т. е. проверка выполнена с достаточной точностью.

Проверка мертвого хода с помощью автоколлимационных трубок

Пусть необходимо проверить мертвый ход механизма (рис. 189) в кинематической цепи от ведущего валика *1* до ведомого валика *5*. Мертвый ход должен быть не более 5′.

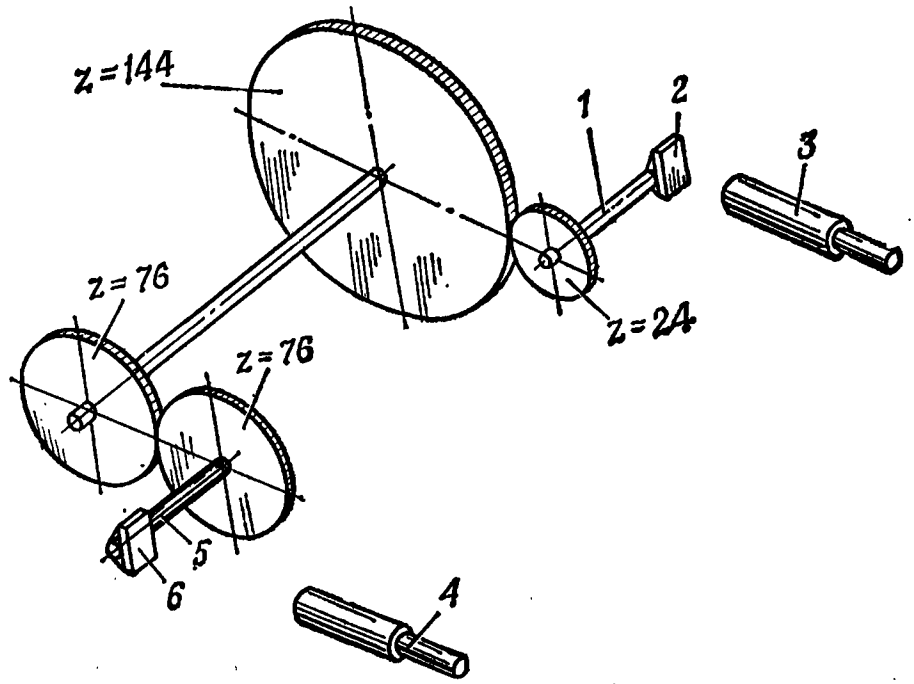


Рис. 189. Схема проверки мертвого хода механизма с помощью автоколлимационных трубок:

1 — ведущий валик; *2*, *6* — зеркала; *3*, *4* — автоколлимационные трубки; *5* — ведомый валик

Проверку осуществим с помощью двух автоколлимационных трубок НЮ-25.

Автоколлимационная трубка НЮ-25 представляет собой телескопическую зрительную трубку, юстированную на бесконечность и снабженную автоколлимационным окуляром, который имеет в фокальной плоскости марку, освещаемую лампочкой 26 В 0,15 А (рис. 190, *а*).

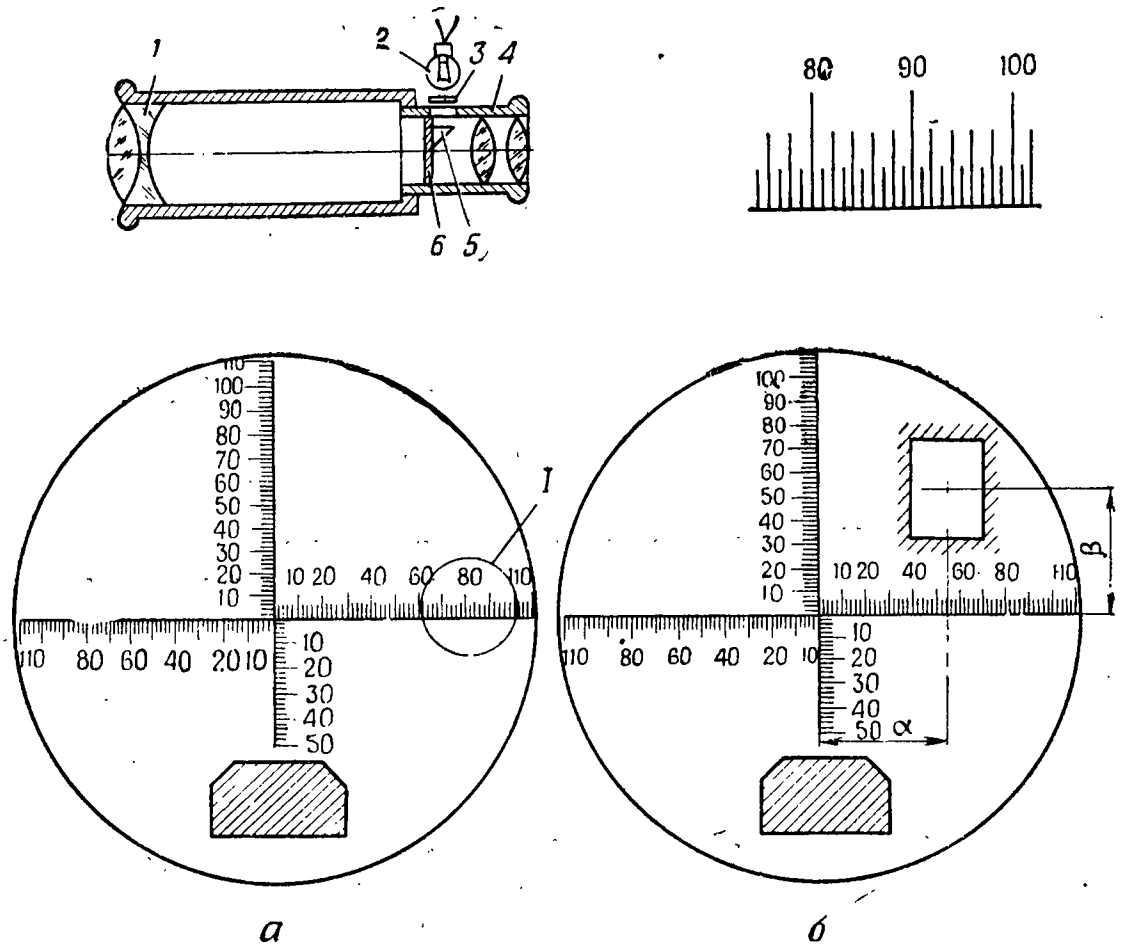


Рис. 190. Автоколлимационная трубка:

1 — объектив; *2* — лампа подсветки 26 В, 0,15 А; *3* — марка (перекрестие); *4* — окуляр; *5* — призма; *6* — сетка; *а* — вид поля зрения при отсутствии отражения лучей от зеркала; *б* — вид поля зрения при наличии отражения лучей от зеркала

Марка представляет собой площадку с перекрестием, закрытую со стороны окуляра призмой подсветки. Перекрестие расположено в фокальной плоскости объектива и окуляра.

На рис. 190,*б* изображение марки дано в некоторой произвольной точке, что соответствует повороту зеркала из нулевого положения на углы α и β, отсчитываемые по горизонтальной и вертикальной шкалам.

Свет от лампочки выходит из объектива в виде пучка лучей, параллельного оптической оси трубки.

Перед автоколлиматором должно находиться плоское зеркало, которое отражает лучи, прошедшие через марку, обратно в трубку

под некоторым углом к первоначальному направлению в соответствии с угловым положением зеркала. На сетке трубки образуется изображение марки, воспринимаемое глазом через окуляр, как обычно при пользовании зрительной трубой. Положение отраженного изображения марки (перекрестия) на шкале трубы характеризует собой угловое положение зеркала. Величина перемещения перекрестия по шкале указывает угол поворота зеркала.

Техническая характеристика автоколлимационной трубки НЮ-25:

пределы измерения $\pm 110'$;

цена наименьшего деления шкалы (с учетом автоколлимации) $1'$;

ширина риски шкалы $6''$;

увеличение $6\times$;

поле зрения $8°$;

фокусное расстояние объектива 122,94 мм.

Проверку мертвого хода с помощью двух автоколлимационных трубок проводят в следующем порядке. Механизм устанавливают на плиту. На ведущем *1* (рис. 189) и ведомом *5* валиках механизма с помощью специальных приспособлений, пластилина или воска закрепляют зеркала *2* и *6* так, чтобы отражающие поверхности зеркал были параллельны осям валиков. На плиту устанавливают стойки для крепления автоколлимационных трубок. На стойках закрепляют автоколлимационные трубки; при этом каждое зеркало должно находиться в поле зрения трубы своего автоколлиматора.

Включают лампочки подсветки автоколлимационных трубок в сеть напряжением 24 В. Регулируют положение автоколлимационных трубок и зеркал так, чтобы оси трубок были перпендикулярны отражающим поверхностям зеркал (осям ведущего и ведомого валов), а изображения марок (перекрестий) находились в середине шкал сеток автоколлимационных трубок.

Поворачивают ведущий вал в одном направлении до тех пор, пока ведомый вал не начнет вращаться. Замечают показания автоколлиматоров с учетом происшедшего поворота ведомого валика. После этого ведущий вал поворачивают сначала в ту же сторону, а затем в обратном направлении до момента совпадения перекрестия в автоколлимационной трубке, установленной против ведомого валика, с первоначально замеченным делением шкалы сетки автоколлимационной трубки.

Выполняют второй отсчет по автоколлимационной трубке, установленной против зеркала ведущего валика. Сумма или разность первого и второго отсчетов по автоколлимационной трубке, установленной против зеркала ведущего валика, равна величине мертвого хода.

Определим погрешность принятого метода измерения. Если совмещение риски перекрестия с делением сетки автоколлимационной трубки выполнено с точностью толщины риски $\Delta\alpha = 6''$, то по-

грешность $\Delta\varphi$ отсчета по автоколлимационной трубке, установленной против зеркала ведущего валика, составит

$$\Delta\varphi = i\Delta\alpha,$$

где i — передаточное число от ведущего валика *1* до ведомого валика 5:

$$i = \frac{144 \cdot 76}{24 \cdot 76} = 6.$$

Тогда $\Delta\varphi = 6 \cdot 6'' = 36''$, что составляет $36'' : 300'' = 0{,}12$, или 12% величины допуска на мертвый ход, т. е. проверка выполнена с достаточной точностью.

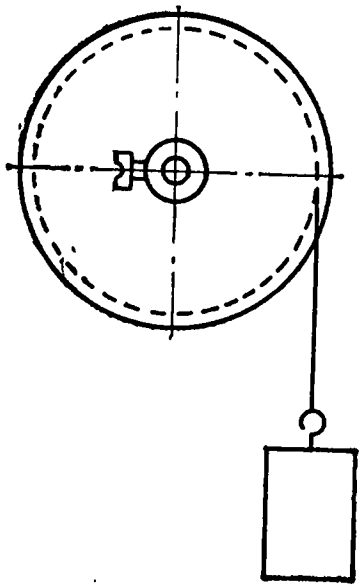


Рис. 191. Схема измерения статического момента трогания механизма с помощью шкива с грузом

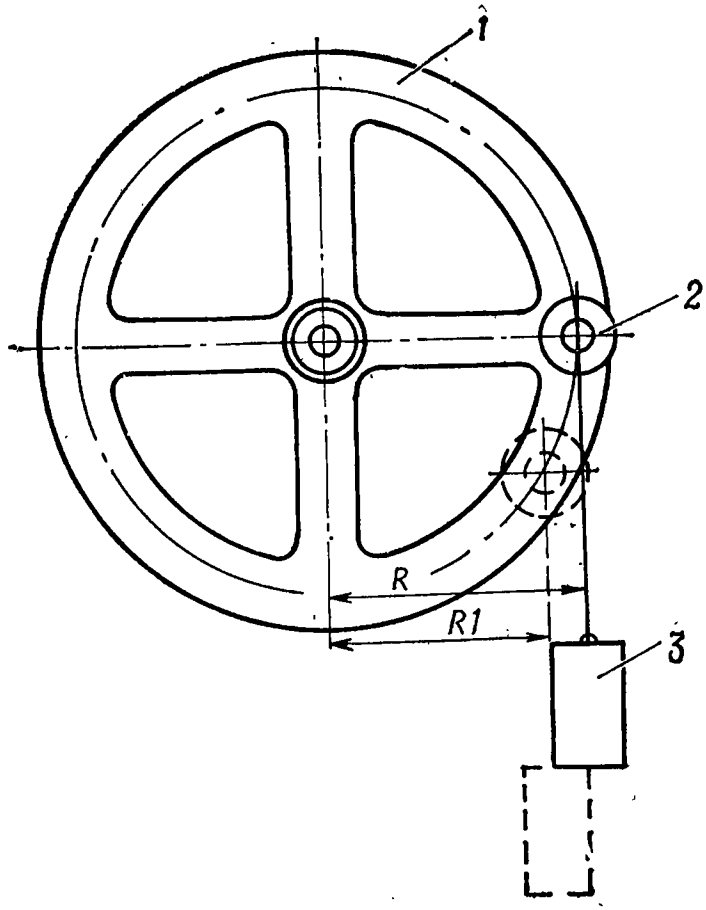


Рис. 192. Положение ручки маховика ручного привода механизма при измерении статического момента трогания:
1 — маховичок; *2* — ручка маховичка; *3* — груз

Статические моменты вращения (моменты трогания) механизмов характеризуются усилиями, которые необходимо приложить к ведущим валикам механизмов для приведения их во вращение.

Моменты трогания измеряют с помощью шкива с грузами или с помощью динамометра.

При проверке моментов трогания с помощью шкива с грузами на ведущий валик устанавливают шкив (рис. 191) и закрепляют его.

К нити, намотанной на шкив, подвешивают груз. Величина груза, при которой шкив начинает вращаться, умноженная на радиус шкива, дает статический момент трогания, т. е. момент, необходимый для приведения в движение механизма из состояния покоя.

В тех случаях, когда на конце ведущего валика имеется зубчатое колесо или поводок, их можно использовать при измерении вместо шкива.

Момент трогания на маховичках валиков ручного привода может быть определен, как это показано на рис. 192; при этом необходимо, чтобы ручка маховичка была в боковом положении. Плечо в этом случае при повороте рукоятки меняется, поэтому определение начала трогания должно осуществляться при строго боковом положении ручки.

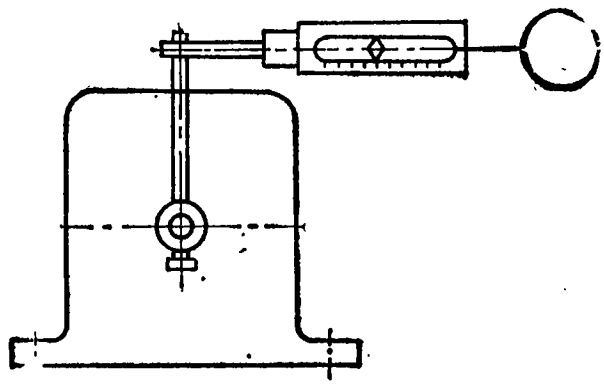


Рис. 193. Измерение статического момента трогания механизма с помощью динамометра

Когда нагрузка меняется неравномерно (например, в эксцентриковых или синусных механизмах), определяется наибольший статический момент или момент в зависимости от входных величин по специальной таблице, указанной в частном руководстве по ремонту.

При определении статического момента трогания граммометром (или динамометром) на ведущий валик устанавливают рычаг (рис. 193) известной длины, за который зацепляют крючок граммометра. Показание граммометра в момент начала вращения, умноженное на рабочее плечо рычага, составляет статический момент вращения.

Плавность и легкость хода, характеризующие работу механизма после сборки, могут быть косвенно проверены по потребляемому току приводного электродвигателя. Легкость хода проверяется по максимальной величине тока, а плавность хода — по колебаниям тока. Допустимые величины при этой проверке приводятся в ремонтной документации. Для выполнения этих проверок необходимо подключить амперметр в цепь питания электродвигателя и произвести измерения тока при различных режимах работы механизма; при этом механизм должен работать легко, плавно, без толчков и заеданий.

10.4. ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА И НЕСООСНОСТИ ДЕТАЛЕЙ НА МЕРТВЫЙ ХОД

Муфты

В процессе эксплуатации и ремонта блоков соосность валиков может быть нарушена вследствие смещения соединенных узлов (блоков), изгиба валиков, износа деталей, неправильной сборки и монтажа и т. д. (рис. 194). Поэтому при ремонте и установке узлов, блоков и муфт необходимо учитывать сведения, изложенные в данном разделе.

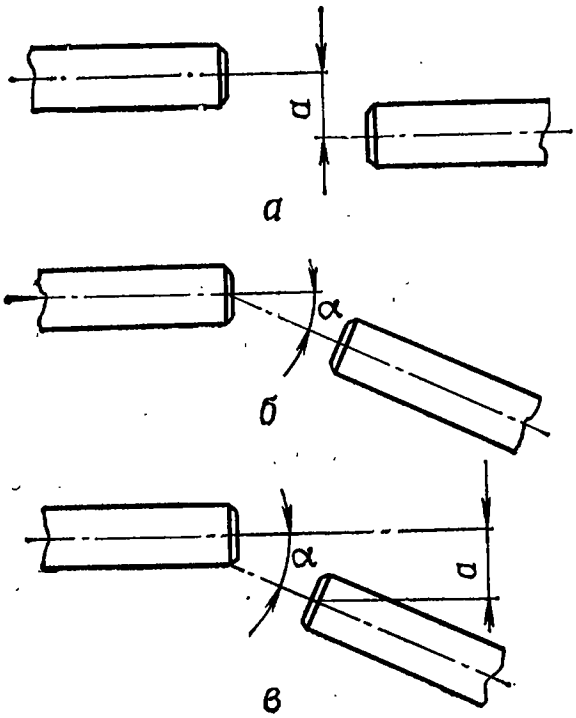


Рис. 194. Смещение осей соединяемых валиков:
а — радиальное; *б* — угловое (перекос осей валиков); *в* — комбинация радиального смещения с угловым

Однопальцевая поводковая муфта (рис. 195) применяется для соединения двух валиков при незначительном радиальном смещении их геометрических осей.

Во время эксплуатации палец и паз муфты вследствие трения изнашиваются, что приводит к увеличению зазора между пальцем и пазом. Зазор увеличивает мертвый ход муфты при передаче вращения.

Величина мертвого хода $\Delta\varphi_{м.\,х}$ в градусах в зависимости от зазора между пальцем и пазом определяется по формуле

$$\Delta\varphi_{м.\,х} = 57{,}3\frac{s}{r},$$

где s — зазор между пальцем и пазом, мм ($s = b - d$, где b — ширина паза, d — диаметр пальца);

r — расстояние между осью пальца и осью ведущего диска, мм (рис. 196).

Величина мертвого хода в минутах определяется по формуле

$$\Delta\varphi_{м.\,х} = 3437{,}7\frac{s}{r}.$$

Как видно из формул, муфты с большим расстоянием r между осью пальца и осью диска имеют меньший мертвый ход.

Пример. Определить мертвый ход поводковой муфты со следующими данными: диаметр пальца $d = 4{,}992$ мм, ширина паза $b = 5{,}013$ мм, $r = 26$ мм.

Определим зазор $s=b-d=5{,}013-4{,}992=0{,}021$ мм. Тогда мертвый ход будет

$$\Delta\varphi_{м.\,х}=3437{,}7\frac{s}{r}=3437{,}7\frac{0{,}021}{26}=2{,}78.$$

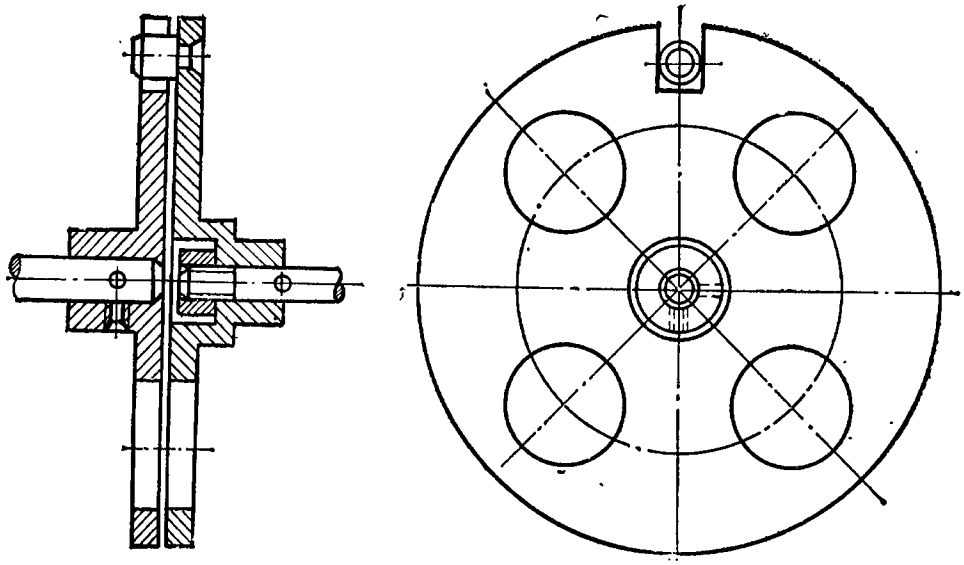


Рис. 195. Однопальцевая поводковая муфта

Для уменьшения зазора между пальцем и пазом (вследствие износа) их хромируют или заменяют палец новым, имеющим больший диаметр. Величина нормального зазора указывается в руководствах по ремонту.

Радиальное смещение геометрических осей валиков, соединяемых однопальцевой поводковой муфтой, вызывает ошибку в передаваемом угле поворота.

Из рис. 196 следует, что

$$\frac{\sin\delta}{\sin\varphi}=\frac{a}{r},$$

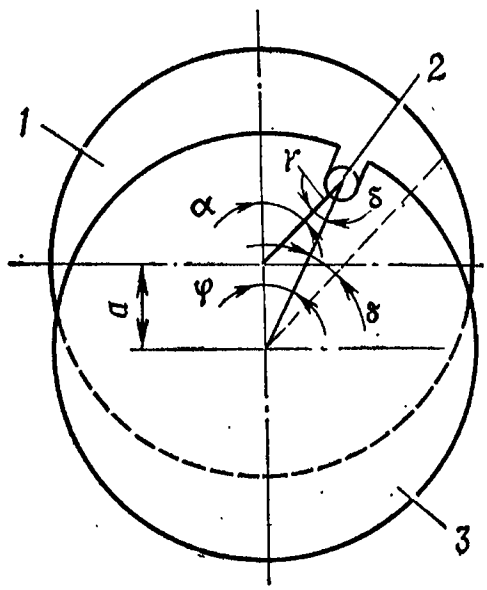


Рис. 196. Схема однопальцевой поводковой муфты:
1 — ведущий диск; *2* — палец; *3* — ведомый диск

откуда

$$\sin\delta=\sin\varphi\frac{a}{r},$$

где $\delta=\alpha-\varphi$ — величина ошибки, вызываемой смещением осей валиков;

α — угол поворота ведущего диска *1* с пальцем *2*;

φ — угол поворота ведомого диска *3* муфты;

a — величина относительного смещения геометрических осей валиков (эксцентриситет).

Из уравнения видно, что значение угловой ошибки δ изменяется по закону синуса и имеет абсолютный максимум при $\varphi = 90°$

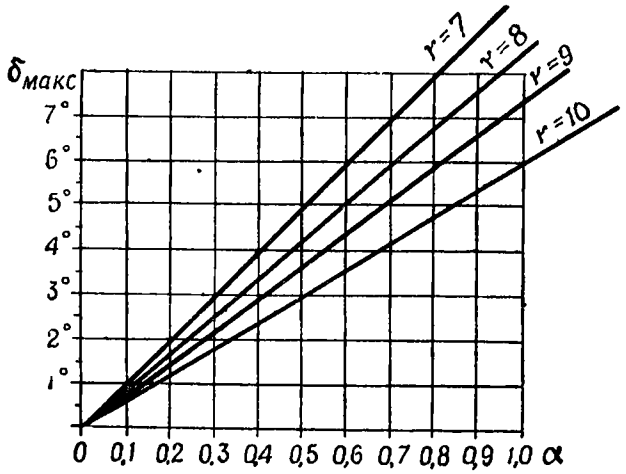


Рис. 197. График зависимости между δ и d при различных значениях радиуса r

и 270°. Поэтому максимальная ошибка в передаваемом угле поворота в градусах определяется по формуле

$$\delta_{макс} = \arcsin \frac{a}{r}$$

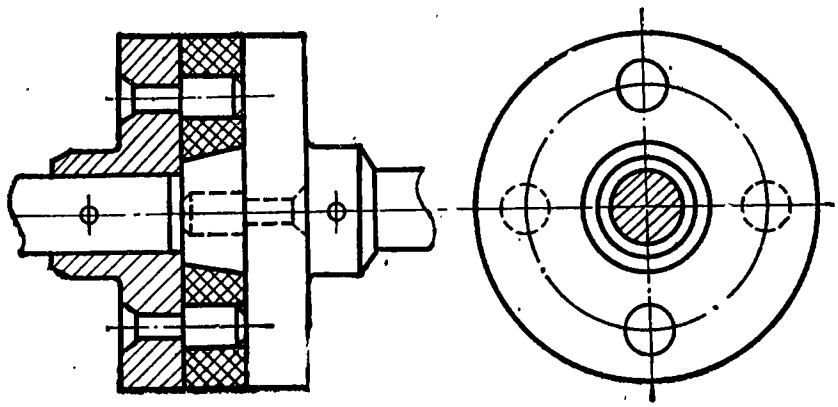


Рис. 198. Эластичная поводковая муфта

или в минутах по формуле

$$\delta_{макс} = 60 \arcsin \frac{a}{r}.$$

На рис. 197 приведен график зависимости между величинами $\delta_{макс}$ при разных значениях радиуса r.

Во время сборки узлы (блоки) устанавливать так, чтобы несоосность валиков была минимальной.

Эластичная поводковая муфта (рис. 198) применяется для частичной амортизации ударных нагрузок при пуске и в случае реверса, а также для уменьшения вибрации и шума.

Ввиду упругой деформации эластичной прокладки муфта имеет мертвый ход, который увеличивается по мере износа прокладки. Изношенные прокладки при ремонте муфт подлежат замене.

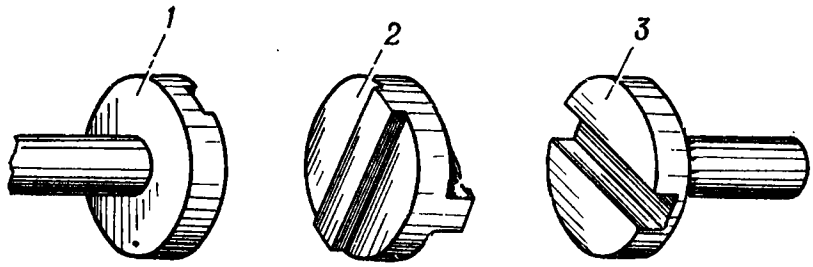


Рис. 199. Плавающая муфта:
1, 3 — крайние диски; *2* — промежуточный диск

Плавающая муфта (рис. 199) допускает значительно большее, чем у пальцевых поводковых муфт, радиальное смещение геометрических осей соединяемых ею валиков, так как возникающие при этом ошибки в передаваемом угле поворота равны по величине и противоположны по знаку.

Максимально допустимое радиальное смещение валиков равно $a_{макс} \approx 0{,}04\ D$, где D — наружный диаметр муфты. Допустимое угловое смещение валика $a_{макс} \approx 40'$.

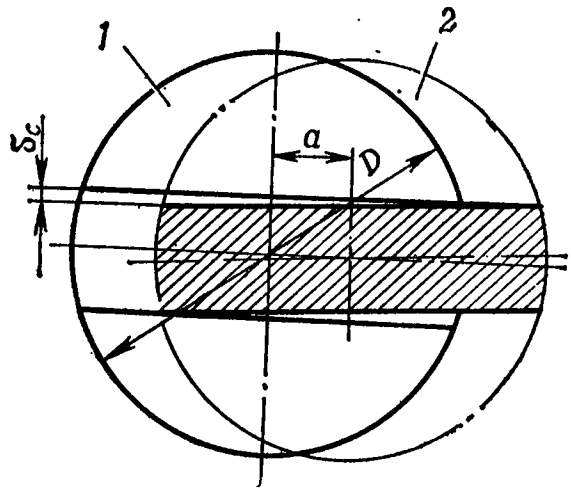


Рис. 200. Схема плавающей муфты:
1 — крайний диск; *2* — промежуточный диск

Во время эксплуатации трущиеся поверхности дисков изнашиваются, что приводит к увеличению зазора между пазами и выступами и, следовательно, к увеличению мертвого хода; при этом чем больше смещение геометрических осей валиков, тем больше относительное скольжение, а следовательно, и износ трущихся поверхностей.

Если ширина паза муфты больше ширины входящего в него выступа промежуточного диска на величину δ_c (рис. 200), то мертвый ход ведомой половины муфты по сравнению с поворотом ведущей половины равен

$$\frac{2\delta_c}{D - a \cdot \sin\varphi},$$

где δ_c — зазор между пазом муфты и входящим в него выступом промежуточного диска, мм;
D — диаметр муфты, мм;
a — величина смещения геометрических осей соединяемых валиков, мм
φ — угол поворота ведущего валика.

Максимум этого выражения получается при $\varphi=90°$. Поэтому максимальный мертвый ход в градусах определяется по формуле

$$\Delta\varphi_{м.\,х} = 57{,}3\,\frac{2\delta_c}{D-a}.$$

Во избежание преждевременного износа трущихся поверхностей и излишних потерь мощности на трение муфты должны хорошо смазываться и не иметь задирин и заусенцев на трущихся поверхностях.

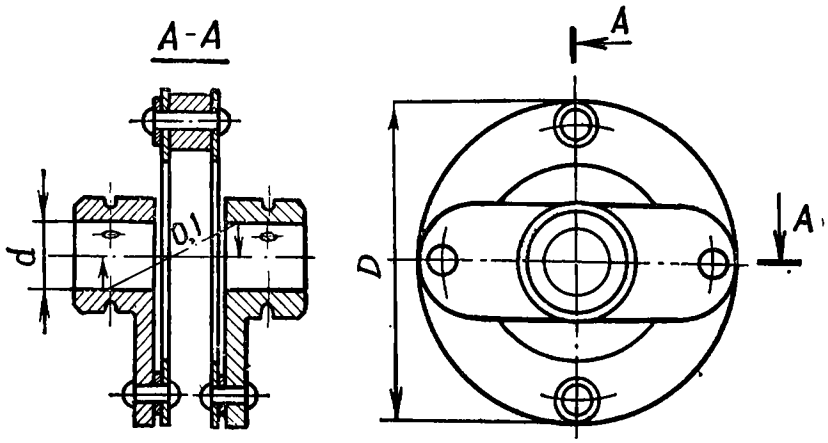


Рис. 201. Двухмембранная муфта

Пазы, имеющие измененную форму (вследствие износа), задирины и заусенцы шлифовать. Если после шлифовки зазоры между пазами и выступами муфты окажутся больше предельно допустимых без ремонта, пазы хромировать или изготовить новый промежуточный диск с увеличенными размерами выступов (по размерам увеличенных пазов).

Мембранные муфты применяются главным образом для передачи вращения при незначительном угловом смещении (перекосе) осей соединяемых валиков как устройства, заменяющие карданные соединения. Применение мембранных муфт в этом случае обеспечивает безлюфтовую передачу.

Чаще применяются двухмембранные муфты (рис. 201) как безлюфтовое соединение и двухмембранные муфты с электроизоляционной прокладкой (рис. 202) для непосредственной связи валиков.

Упругий мертвый ход в градусах определяется по формуле

$$\Delta\varphi_{м.\,х} = K \cdot 360°,$$

где K — коэффициент упругого мертвого хода, значения которого для муфт (рис. 201 и 202) приведены в табл. 41 и 42.

При уменьшении передаваемого момента упругий мертвый ход мембранных муфт снижается. Если передаваемый момент меньше

20% максимального момента (для указанных выше муфт см. табл. 41 и 42), который может передаваться муфтой, упругий мертвый ход можно не учитывать.

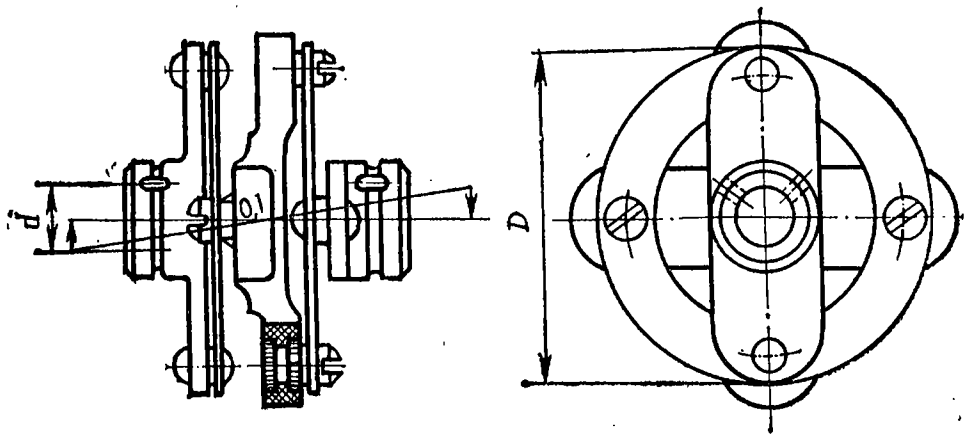


Рис. 202. Двухмембранная муфта с электроизоляционной прокладкой

Неисправные муфты заменяются новыми или ремонтируются согласно указаниям руководств по ремонту.

Таблица 41

Характеристика двухмембранных муфт

Муфта (рис. 201)		Предельный рабочий угол между валиками, °	Максимальный передаваемый момент $M_{макс}$, гс·см	Коэффициент упругого мертвого хода $K_{макс}$ (при $M_{макс}$)
d, мм	D, мм			
4	35	1	180	0,0003
6	35	1	180	0,0003
8	45	1,5	700	0,0004
9	45	1,5	700	0,0004
10	55	2,5	1800	0,00048
12	55	2,5	1800	0,00048

Таблица 42

Характеристика двухмембраиных муфт с электроизоляционной прокладкой

Муфта (рис. 202)		Предельное смещение осей валиков, мм	Максимальный передаваемый момент $M_{макс}$, гс·см	Коэффициент упругого мертвого хода $K_{макс}$ (при $M_{макс}$)
d, мм	D, мм			
4	35	+0,3	180	0,00008
6	35	+0,3	180	0,00008
8	45	+0,5	900	0,0001
9	45	+0,5	900	0,0001
10	55	+0,7	2400	0,00012
12	55	±0,7	2400	0,00012

К недостаткам карданных соединений относятся наличие мертвого хода вследствие люфта в карданном шарнире и упругого мертвого хода вследствие скручивания длинных карданных валиков.

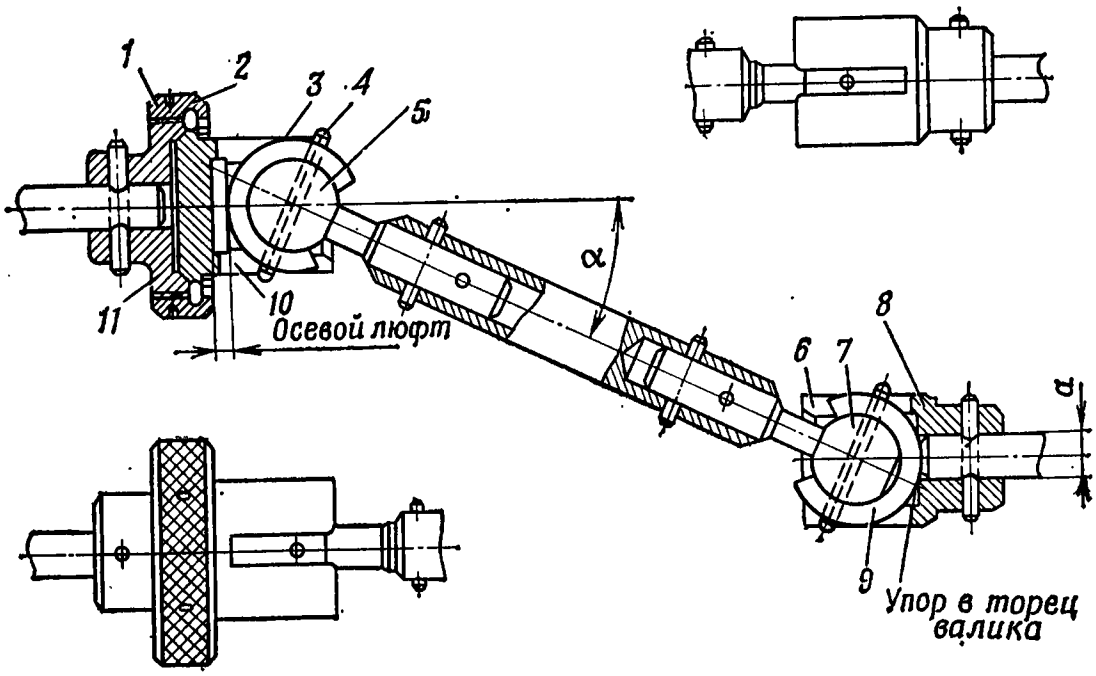


Рис. 203. Карданное соединение с жестким (неразъемным) карданным валиком:

1 — гайка; *2* — разъемный шарнир; *3*, *9* — полукольца; *4* — штифт; *5*, *7* — карданная головка; *6*, *10* — вилки; *8* — неразъемный шарнир; *11* — втулка

На рис. 203 показана конструкция нормализованного карданного соединения с жестким (неразъемным) карданным валиком. Шарнир такого карданного соединения выполняется в виде разъемной или неразъемной конструкции.

Предельный рабочий угол α данного нормализованного карданного соединения равен 15°. При $\alpha<15°$ уменьшается износ шарнира и увеличивается КПД передачи.

Значения осевого люфта карданного валика в зависимости от типов шарниров и диаметра стержня головки кардана приведены в табл. 43. Величина осевого люфта при одном регулируемом шарнире указана с учетом возможности снятия карданного валика без расштифтовки и сдвига втулки разъемного шарнира, закрепленного на конце ведомого (ведущего) валика.

Угловой мертвый ход в градусах нормализованных двухшарнирных карданных соединений определяется по формуле

$$\Delta\varphi_{м.\,х} = K \cdot 360°,$$

где K — коэффициент углового мертвого хода, теоретические значения которого приведены в табл. 44.

Коэффициент K выражает значение углового мертвого хода в долях одного оборота.

Пример. Определить угловой мертвый ход карданного соединения (рис. 203) с диаметром стержня головки $d=6$ мм.

По табл. 44 определяем значение коэффициента K для $d=6$ мм; $K=0{,}004$.

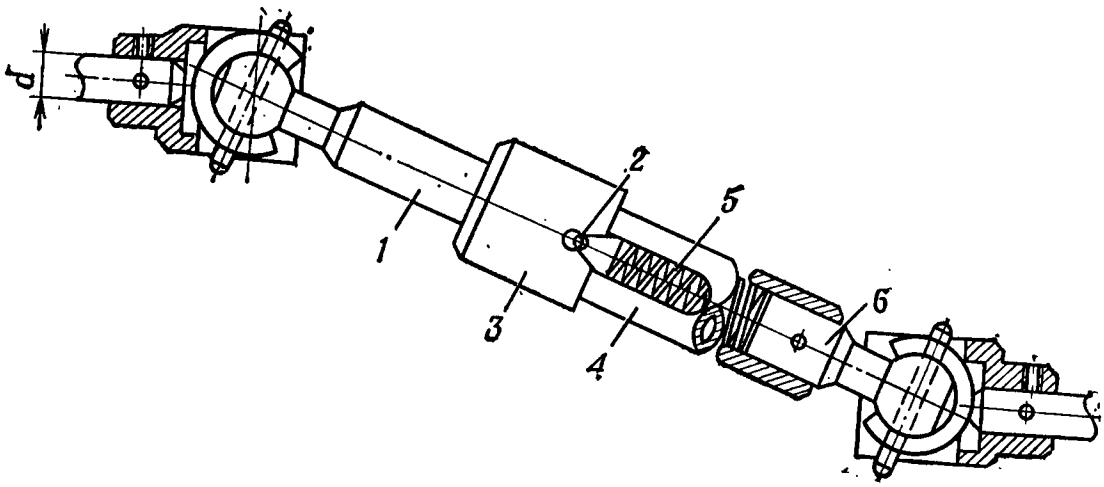


Рис. 204. Двухшарнирное карданное соединение со съемным промежуточным валиком:

1, 6 — карданные головки; *2* — штифт; *3* — втулка; *4* — пружина; *5* — трубка

Тогда $\Delta\varphi_{м.\,х}=0{,}004\cdot 360°=1°44'$.

На рис. 204 показана конструкция двухшарнирного карданного соединения со съемным промежуточным валиком, устройство которого позволяет снять его вместе с головками шарниров без рас-

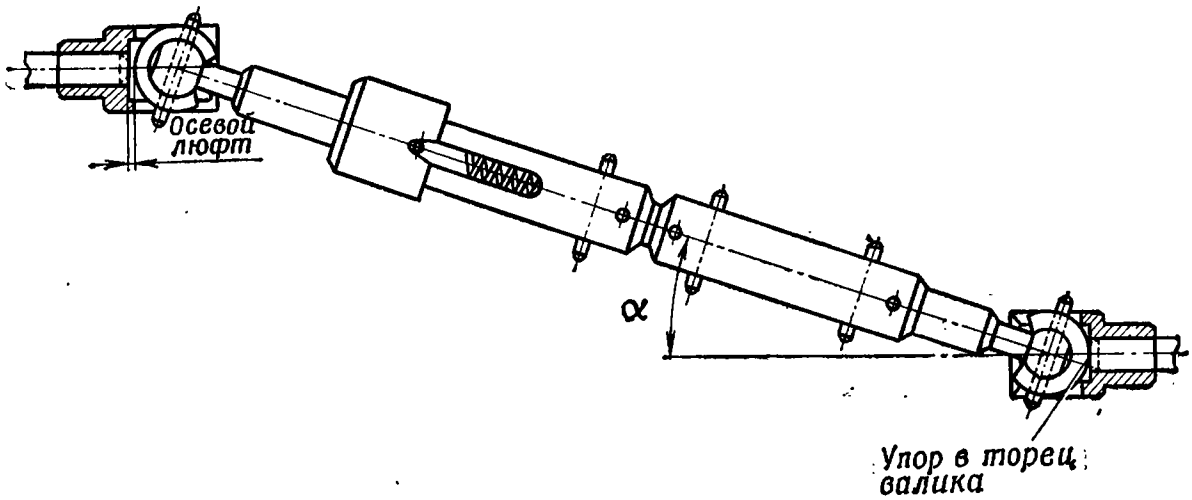


Рис. 205. Карданное соединение с удлиненным промежуточным валиком

штифтовки втулок, закрепленных на соединяемых валиках механизма. Для снятия карданного валика необходимо вывести головку шарнира из вилки, сжав пружину *4*.

Вместо головки карданного валика в трубку *5* может быть вставлен соединительный стержень, с помощью которого карданный валик удлиняется (рис. 205).

Значения передаваемых крутящих моментов, допускаемых карданными соединениями со съемными валиками, значительно ниже величин крутящих моментов, передаваемых карданными соединениями с неразъемными валиками (табл. 45).

Таблица 43

Зависимость осевого люфта от диаметра стержня головки карданной передачи

Диаметр стержня головки d, мм	Осевой люфт, мм	
	оба шарнира неразъемные (вилки нерегулируемые)	один шарнир неразъемный, другой — разъемный (вилка регулируемая)
4, 6	1—2	2—3
8, 9, 10, 12, 15	1—2	3,5—4

Таблица 44

Зависимость коэффициента углового мертвого хода от диаметра стержня головки кардаиных соединений

Диаметр стержня головки d, мм	4	6	8	9	10	12	15
Коэффициент углового мертвого хода K	0,0048	0,004	0,0035	0,003	0,0027	0,0024	0,0026

Таблица 45

Зависимость крутящего момента карданного соединения со съемным валиком от диаметра стержия головки

Диаметр стержня головки d, мм	Допускаемый момент, гс·см	
	неразъемный валик (рис. 203)	съемный валик (рис. 205)
4	185	175
6	330	195
8	940	440
9	2025	660
10	3940	840
12	6390	—

При разборке механизмов (блоков) во время ремонта для снятия карданных валиков применять специальное приспособление (рис. 206).

Во время эксплуатации трущиеся поверхности вилок и колец шарниров карданного соединения изнашиваются, что приводит к поперечной (радиальной) шаткости карданного валика в вилках

и появлению мертвого хода. Прорезь карданной вилки прошлифовать до выведения следов износа; при этом не должна нарушаться параллельность стенок прорези. Допускается непараллель-

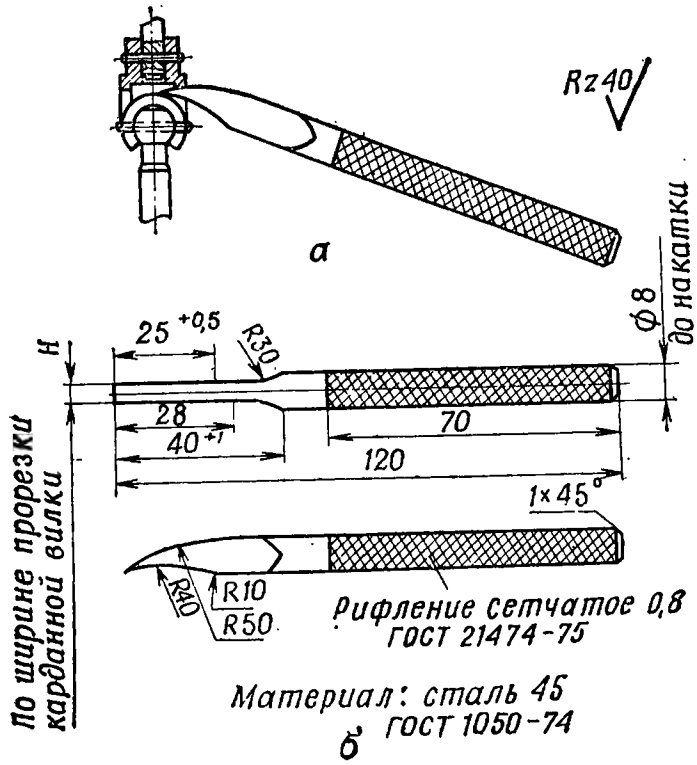


Рис. 206. Приспособление для снятия карданных валиков:

а — снятие карданного валика; *б* — эскиз приспособления для снятия карданных валиков

ность не более 0,02 мм на длине прорези. Кольцо карданного валика заменить, подогнав новое так, чтобы оно свободно (но без

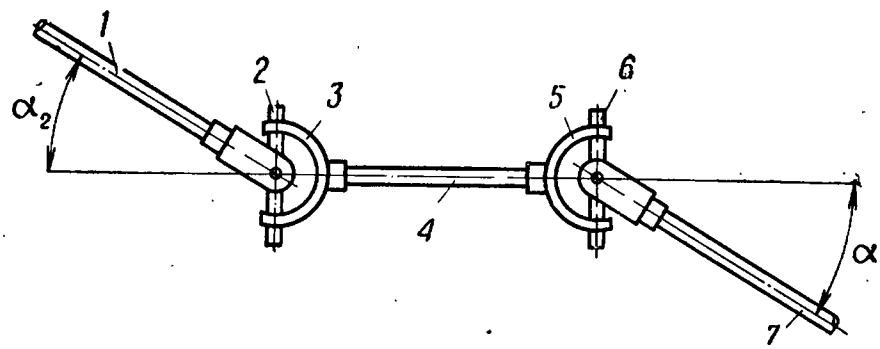


Рис. 207. Схема двухшарнирного карданного соединения:

1, 4, 7 — валики; *2, 6* — шарниры; *3, 5* — вилки

шаткости) перемещалось в вилке. Размеры колец приводятся в руководствах по ремонту.

Необходимым условием нормальной работы после ремонта и сборки двухшарнирного карданного соединения (рис. 207) в от-

счетных цепях механизмов является соблюдение следующих требований:

оси валиков *1* и *7* должны быть параллельны одна другой или должны находиться под одним и тем же углом по отношению к среднему валику, т. е. $\alpha_1 = \alpha_2$; валики *1*, *4* и *7* должны лежать в одной плоскости;

вилки *3* и *5*, закрепленные на концах карданного валика *4*, должны лежать в одной плоскости, причем оси шарниров *2* и *6* должны быть параллельны.

Расположение ведущего и ведомого валиков под неравными углами ($\alpha_1 \pm \alpha_2$) или закрепление вилок на концах карданного валика *4* в разных плоскостях повлечет передачу с неравномерными угловыми скоростями, т. е. приведет к неравномерности (ошибке) передачи.

Во время эксплуатации и сборки механизмов (блоков) после ремонта необходимо следить за тем, чтобы крутящие моменты, передаваемые карданными соединениями, не превышали предельно допустимых значений. Механизмы должны быть хорошо обкатаны и смазаны, иметь плавное, без заеданий, вращение.

Увеличение крутящего момента более предельно допустимого значения может вызвать смятие плоскостей прорезей вилок и образование углового мертвого хода.

11. ТЕЛЕВИЗИОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ВИЗИРЫ

11.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Телевизионно-оптические визиры (ТОВ) предназначены для обеспечения возможности наблюдения и определения угловых координат удаленных предметов. Телевизионно-оптические визиры выполняются в нескольких вариантах, однако в принципиальном построении они не отличаются.

Структурная схема ТОВ представлена на рис. 208.

В состав ТОВ входят телевизионная камера (КТ), промежуточный блок (ПБ), видеоприемное устройство (ВПУ) и комплект кабелей.

Ремонту подлежат электронный блок, входящий в состав телевизионной камеры, промежуточный блок и видеоприемное устройство.

При ремонте электронного блока, ВПУ и блоков питания необходимо соблюдать осторожность, так как в этих блоках имеется высокое напряжение (до 15 кВ).

При смене электронно-лучевой трубки видеоприемного устройства необходимо пользоваться защитными очками.

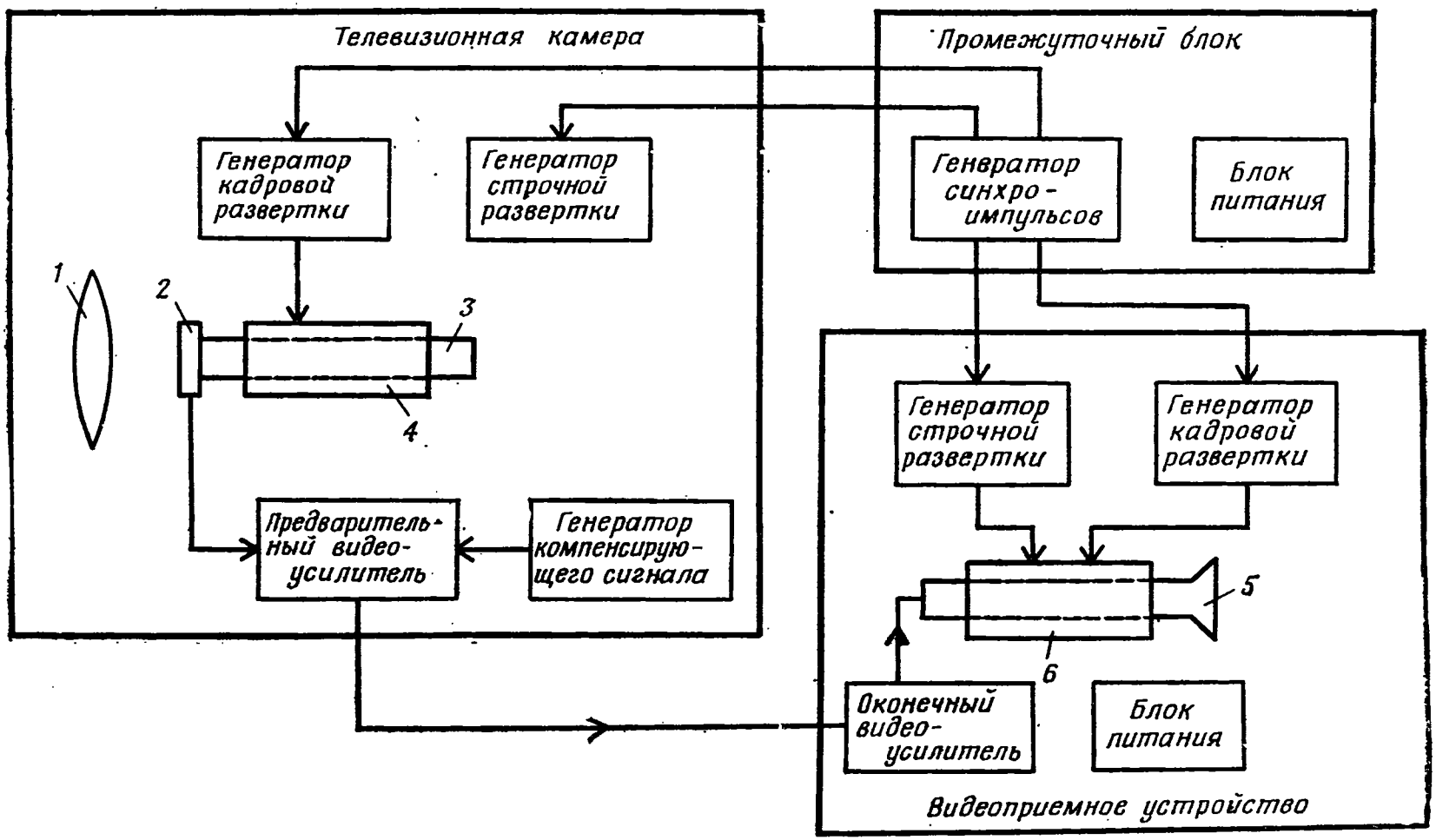


Рис. 208. Структурная схема ТОВ:

1 — объектив; *2* — мишень; *3* — передающая трубка; *4* — фокусирующая отклоняющая система; *5* — кинескоп; *6* — отклоняющая система

11.2. МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Обнаружение неисправностей ТОВ производится, как правило, расчетом изделия путем визуального наблюдения по экрану ВПУ испытательной таблицы и реального наблюдаемого предмета (объекта). В случае отсутствия изображения на экране ВПУ производится поиск неисправностей с использованием электро- и радиоизмерительных приборов, указанных в эксплуатационной документации.

11.3. ТЕЛЕВИЗИОННАЯ КАМЕРА

11.3.1. Общие сведения

Телевизионная камера предназначена для проектирования объекта на фоточувствительный элемент и преобразования световой энергии в электрический сигнал, а также для его усиления.

В состав телевизионной камеры входят телевизионно-оптическая головка и электронный блок.

Телевизионно-оптическая головка (ТОГ) представляет собой конструктивно законченный блок, основными узлами которого являются объектив и коллиматорное устройство, проектирующее перекрестие и тест-таблицу на фотокатод видикона (передающей трубки). Остальные узлы обеспечивают работу основных узлов.

При ремонте в ремонтных органах войсковых частей производится только замена предохранителей и ламп накаливания, а также замена силикагеля в патроне осушки. В случае появления не оговоренных выше неисправностей ТОГ заменяется целиком на новую.

Электронный блок (ЭБ) представляет собой конструктивно законченный блок, основным элементом которого является видикон. Для обеспечения работы видикона в состав ЭБ входят фокусирующая отклоняющая система, генераторы кадровой и строчной разверток, предварительный усилитель видеосигналов, а также ряд дополнительных узлов. В рабочем положении электронный блок соединяется с телевизионно-оптической головкой и закрывается кожухом, обеспечивающим герметизацию. Электронные узлы конструктивно представляют собой печатные платы с размещенными на них элементами. Платы заключены в экраны и закрыты крышками.

11.3.2. Характерные неисправности телевизионной камеры и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей следует пользоваться Перечнем (табл. 46).

Таблица 46

Перечень
наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения	Примечание
При включенном тумблере РАБ. РЕЖ. на экране ВПУ видна только горизонтальная черта	Отсутствуют стабилизированные напряжения	Напряжения должны соответствовать данным, приведенным в эксплуатационной документации	В случае несоответствия напряжений необходимо проверить блок питания (табл. 47)
	Отсутствуют запускающие синхроимпульсы	С помощью осциллографа проверить осциллограммы на контрольных точках. В случае несоответствия осциллограмм, приведенным в ИЭ, заменить неисправный узел	
	Неисправен генератор строчной развертки		
На изображении ВПУ видны наклонные темные полосы	Отсутствует напряжение +300 В	Проверить на контрольной точке наличие напряжения +300 В	В случае несоответствия или отсутствия напряжения +300 В необходимо проверить блок питания (табл. 47)
	Отсутствует смесь гасящих импульсов на входе усилителя гасящих импульсов	Осциллографом проверить наличие импульсов на контрольном гнезде. В случае наличия напряжения +300 В и гасящих импульсов проверить импульс положительной полярности 25 В на катоде видикона. При отсутствии заменить плату — усилитель гасящих импульсов	
На экране ВПУ отсутствует изображение или оно слабо контрастное	Отсутствует напряжение на одном из электродов видикона	Проверить цепи питания и устранить неисправности	Порядок замены видикона приведен в п. 11.3.3
	Неисправен видикон	Заменить видикон	
По тест-таблице не удается получить необходимого разрешения	Неисправен видикон	Заменить видикон	
На экране ВПУ видна светлая полоса	Прожог видикона	Заменить видикон	

11.3.3. Замена видикона

Перед заменой видикона необходимо подготовить блок ВПУ-1, находящийся в ЗИП. Блок ВПУ-1 с помощью ремонтных кабелей подключается к штатному ВПУ и располагается в непосредственной близости от телевизионной камеры. Для замены видикона необходимо:

снять кожух с электронного блока и ремонтным кабелем соединить его с ВПУ-1;

снять переднюю крышку с промежуточного блока;

снять панельку с цоколя видикона;

отвернуть гайку на ФОС и снять центрирующее кольцо;

вынуть неисправный видикон;

заменить видикон новым, предварительно протерев фланелевой салфеткой, смоченной этиловым эфиром, переднее стекло.

Установка производится в обратном порядке.

После замены видикона необходимо произвести настройку электронного блока:

включить ТОВ в режиме КОНТРОЛЬ;

вращая регулятор МОДУЛЯТОР на блоке ПБ, добиться изображения тест-таблицы;

произвести оптическую фокусировку в соответствии с ИЭ на изделие путем настройки ходового винта; при этом необходимо помнить, что перемещение допустимо в пределах 2 мм;

добиться настройкой ФОКУС на ВПУ четкости линий тест-таблицы по горизонтальным и вертикальным клиньям (разрешающая способность должна быть не менее указанной в ИЭ конкретного образца ТОВ);

установить симметрично относительно краев растра изображение тест-таблицы регуляторами ЦЕНТР. СТРОК и ЦЕНТР. КАДР электронного блока;

проверить работу ТОВ в режиме РАБОТА по удаленному предмету (по тригонометрической вышке и т. п.) на расстоянии 2—4 км.

После окончания настройки выключить аппаратуру, отсоединить ремонтные кабели, надеть кожух на электронный блок, подсоединить штатные кабели, проверить ТОВ на функционирование согласно эксплуатационной документации.

11.4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ БЛОК

11.4.1. Общие сведения

Промежуточный блок (ПБ) предназначен для:

выработки всех напряжений питания передающей трубки, синхрогенератора и генератора кадровой развертки передающей трубки;

выработки синхронизирующих импульсов строчной и кадровой разверток передающей и приемной трубок, смеси гасящих импульсов передающей трубки;

выработки пилообразного тока для питания кадровых катушек фокусирующей отклоняющей системы (ФОС) передающей трубки.

В состав промежуточного блока, как правило, входят два блока питания и синхрогенератор.

Блок питания (БП)

Блоки питания предназначены для выработки питающих напряжений электронного блока и синхрогенератора. Конструктивно блоки питания выполнены в виде кассет, каждая из которых представляет набор навесного монтажа и печатных плат с радиодеталями.

Ремонт блоков питания производится путем замены плат и перепайкой отдельных элементов навесного монтажа.

Синхрогенератор (СГР)

Основное назначение синхрогенератора — выработка импульсов синхронизации для передающей и приемной трубок. СГР, как и блок питания, выполнен в виде кассеты с монтажом на печатных платах.

Особенностью синхрогенераторов является то, что основными элементами СГР являются микросхемы и микромодули.

11.4.2. Характерные неисправности промежуточного блока и методы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей следует пользоваться Перечнем (табл. 47).

Таблица 47

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
При включении тумблера РАБ. РЕЖ. на блоке ВПУ нет растра	Перегорел один из предохранителей в промежуточном блоке	Открыть переднюю крышку ПБ, проверить целость предохранителей и заменить
На экране ВПУ яркая вертикальная полоса или яркое пятно	То же	То же
На экране нет изображения, но видны шумы	»	»

Окончание табл. 47

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
На экране ВПУ темные вертикальные линии	Не поступают кадровые синхроимпульсы с СГР	Подключить осциллограф к контрольной точке платы кадровой развертки и убедиться в том, что кадровый синхроимпульс не поступает. Проверить цепь от СГР до платы развертки на отсутствие обрыва. Заменить СГР
	Не подаются напряжения питания	Проверить на контрольных точках ПБ наличие питающих напряжений. В случае исправности ПБ заменить плату кадровой развертки
На контрольных точках СГР отсутствуют кадровые и строчные импульсы	То же	Если присутствуют все напряжения, заменить блок СГР

11.5. ВИДЕОПРИЕМНОЕ УСТРОЙСТВО (ВПУ)

11.5.1. Общие сведения

ВПУ предназначено для преобразования видеосигнала, получаемого с телевизионной камеры, в видимое изображение на экране приемной трубки.

В состав ВПУ входят генератор кадровой и строчной развертки, формирователь смеси гашения, оконечный видеоусилитель, отклоняющая система, приемная трубка (ЭЛТ) и блоки питания с высоковольтным выпрямителем.

Конструктивно ВПУ представляет собой каркас из листовой стали с установленными на нем направляющими для установки кассет с печатным и навесным монтажом.

Внутриблочное соединение осуществляется с помощью разъемов типа РП10.

Ремонт ВПУ производится путем замены ЭЛТ, плат, а также элементов навесного монтажа.

11.5.2. Характерные неисправности видеоприемного устройства и способы их устранения

Для обнаружения и устранения неисправностей следует пользоваться Перечнем (табл. 48).

Таблица 48

Перечень
наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Не светится экран ВПУ	Отсутствуют напряжения питания	Убедиться в наличии всех напряжений на контрольных точках ВПУ. Проверить предохранители (табл. 46, 47)
	Неисправен генератор строчной развертки	В соответствии с ИЭ проверить наличие осциллограмм на контрольных точках. Заменить узел развертки
	Неисправен кинескоп	Заменить кинескоп
На экране ВПУ яркая вертикальная полоса	Неисправен генератор кадровой развертки	Заменить узел развертки
Не гасятся обратные хода ЭЛТ	Не подаются на вход схемы строчные и кадровые импульсы	В соответствии с ИЭ проверить наличие осциллограмм на контрольных точках
	Неисправен формирователь смеси гашения	Если строчные и кадровые импульсы подаются, неисправен узел формирования смеси гашения; заменить узел
Блоки питания ВПУ не выдают необходимых напряжений	Проверить исправность предохранителей	Заменить неисправный предохранитель

11.6. ПРОВЕРКА ТЕЛЕВИЗИОННО-ОПТИЧЕСКОГО ВИЗИРА В СБОРЕ

11.6.1. Проверяемые технические требования

Проверке подлежат следующие технические требования:
настройка аппаратуры по испытательной таблице;
работа системы охлаждения;
настройка положения растра;
центровка растра;
установка режимов передающей трубки;
вписывание изображения испытательной таблицы в границы экрана ВПУ.

11.6.2. Методика проверки технических требований

Проверка настройки аппаратуры производится следующим образом:

после включения питания на блоке ВПУ включить тумблер в положение ТЕСТ, регуляторами ЯРКОСТЬ и КОНТРАСТ отрегулировать изображение таблицы так, чтобы все элементы наблюда-

лись достаточно четко, а яркость свечения экрана была удобной для работы.

Разрешающая способность в центре должна быть не менее указанной в эксплуатационной документации.

Если разрешающая способность ниже, производится подфокусировка вначале органами регулировки на ВПУ; если не удается добиться требуемой фокусировки, производится настройка электронного блока.

Проверка системы охлаждения (работа вентилятора охлаждения) производится путем прослушивания шума работы электромотора вентилятора. В случае отсутствия шума необходимо проверить исправность цепи питания; в случае исправности цепи питания заменить двигатель из ЗИП.

Установка и центровка растра на ВПУ производится в положении ТЕСТ регулировками РАЗМЕР ПО ВЕРТИКАЛИ, РАЗМЕР ПО ГОРИЗОНТАЛИ, а также путем вращения кольцевых магнитов на горловине ЭЛТ; при этом края растра в центральных частях должны отстоять от обрамления ЭЛТ на расстоянии 1—2 мм.

Установка режимов передающей трубки производится в порядке, указанном в п. 11.3.3.

Вписывание изображения испытательной таблицы в границы экрана ВПУ производится путем регулировки размера испытательной таблицы и ее центровки на передающей трубке в соответствии с п. 11.3.3.

12. КОМПЛЕКСНАЯ ПРОВЕРКА И НАСТРОЙКА СТАНЦИЙ

12.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Проверку и настройку радиотехнической станции в комплексе проводить после того, как проверены и приведены в соответствие с техническими требованиями ее отдельные системы, блоки и узлы. К комплексной проверке и настройке допускать станции, укомплектованные всеми рабочими блоками, механизмами, узлами, исправными электровакуумными приборами и предохранителями согласно эксплуатационной документации.

Перед комплексной проверкой станцию и антенную систему отгоризонтировать с точностью не хуже указанной в ИЭ на станцию.

Внимание! Все работы, связанные с излучением высокочастотной энергии в пространство (включая и работу на эквивалент антенны), проводить в соответствии с указаниями по противодействию радиотехническим разведывательным средствам, приведенными в эксплуатационной документации на данный тип станции, и соблюдением требований действующих приказов и инструкций по противодействию радиотехническим разведывательным средствам.

При комплексной проверке и настройке проводить измерение основных параметров, определяющих техническое состояние станции и характеризующих ее как единую систему (измерение рабочей частоты, мощности, чувствительности и т. д.).

Контроль параметров станции осуществлять с помощью встроенных в основную аппаратуру измерительных приборов и устройств, стандартной измерительной аппаратуры, нестандартных приборов и приспособлений из комплекта станции или специальных средств технического обслуживания и ремонта.

Последовательность проверки параметров и настройки станции устанавливать конкретно для каждого типа станций в зависимости от технологического удобства проведения различных операций.

Следует иметь в виду, что общую настройку станции рекомендуется начинать с тех систем, блоков и узлов, которые подвергались ремонту.

Проверку и настройку систем, блоков и узлов станции, которые не подвергались ремонту и исправность которых не вызывает сомнений, допускается не проводить.

При ремонте систем, блоков и узлов вне станции общая настройка станции должна включать следующие этапы:

проверка станции перед первым включением;

включение станции и проверка функционирования систем;

проверка основных технических требований и окончательная настройка станции.

Проверка станции перед первым включением должна представлять тщательный осмотр станции, проверку силовых цепей и высокочастотных кабелей, проверку работы механизмов подъема и складывания антенных колонок (контейнеров).

При осмотре станции проверять:

правильность межблочных соединений;

правильность сборки волноводного тракта, целость и плотность фланцевых соединений;

начальные положения выключателей, переключателей и исходные положения органов регулировок на блоках станции;

наличие и исправность ламп индикации;

соответствие предохранителей номинальным данным;

нулевые положения стрелок измерительных приборов, встроенных в блоки;

надежность крепления блоков;

механическую исправность блокировок, микровыключателей и других элементов автоматики и защиты;

качество заземления станции и агрегата питания.

При проверке силовых цепей и высокочастотных кабелей проверять:

отсутствие короткого замыкания между жилами силовых цепей;

целость центральной жилы и экранной оплетки высокочастотных кабелей;

отсутствие короткого замыкания между центральной жилой и экранной оплеткой высокочастотных кабелей;

сопротивление изоляции между жилами силовых цепей и каждой жилы относительно корпуса.

Силовые цепи проверять при установке всех выключателей и переключателей в положения, соответствующие включенной станции за исключением тех переключателей и тумблеров, которые замыкают силовые цепи на обмотки трансформаторов.

Высокочастотные кабели при проверке отсоединить от блоков и переходных колодок.

Отсутствие короткого замыкания между проверяемыми цепями, целость жилы и экранной оплетки высокочастотных кабелей проверять ампервольтомметром, сопротивление изоляции силовых цепей проверять мегаомметром.

Одной из причин понижения сопротивления изоляции является большая влажность. Для устранения влажности необходимо включить на несколько часов обогрев внутри кабины, просушить ее, после чего вновь проверить сопротивление изоляции цепей.

Работу механизмов подъема и складывания антенной колонки (контейнеров) проверять при включенном агрегате питания. Антенная колонка (контейнеры) должна устанавливаться в рабочее и походное положения (до ограничивающих упоров) без заеданий и рывков.

При первом включении станции провести проверку правильности чередования фаз питающих напряжений. Проверку проводить либо фазоуказателем, либо по направлению вращения двигателей вентиляторов. Убедиться в том, что после включения станции все предохранители целы, исправно работают системы индикации, жидкостного охлаждения, вентиляции, исправны цепи блокировок и защиты.

Если при первом включении станции вышел из строя какой-либо предохранитель, блок, в котором находится предохранитель, должен быть немедленно выключен до устранения неисправности.

Категорически запрещается на место испорченного ставить предохранитель, рассчитанный на больший ток, чем предусмотрено схемой.

Исправность системы вентиляции проверять на слух, по направлению потока воздуха и по нагреву электродвигателей вентиляторов.

Непосредственно после включения проверить работу выпрямителей с помощью контрольных приборов, встроенных в станцию, или (при их отсутствии) с помощью переносного прибора.

Если напряжение, получаемое с выпрямителя, не соответствует номинальному, необходимо соответствующими регулировками привести его к требуемой величине. Если это не удается, следует проверить схему соответствующего выпрямителя и устранить неисправность.

После прогрева аппаратуры проверить системы станции на работоспособность по внешним признакам нормальной работы.

Работоспособность приемной системы проверять по следующим признакам:

наличию тока кристаллических детекторов, контролируемого по встроенному прибору, и изменению его величины при различной настройке гетеродина и различном усилении приемной системы;

тону контрольного сигнала в головных телефонах, подключенных к выходу приемной системы;

загоранию соответствующих индикаторных ламп, сигнализирующих об исправности контролируемых цепей.

Работоспособность передающей системы проверять по следующим признакам:

наличию тока магнетрона (выходной лампы) передатчика;

показанию встроенного прибора контроля выходной мощности передатчика;

загоранию соответствующих индикаторных ламп, сигнализирующих об исправности контролируемых цепей.

Работоспособность индикаторных устройств проверять по следующим признакам:

наличию на экранах электронно-лучевых трубок линий разверток, маркерных меток, электрических визиров, шумов приемника, контрольных сигналов;

действию регулировок по яркости, фокусу, центровке и смещению электронного луча;

действию регулировок по изменению масштаба (амплитуды, дистанции) развертки, перемещению электрических визиров;

изменению интенсивности шумов приемника и величины контрольных сигналов при изменении усиления приемника и величины сигнала контрольного генератора.

Работоспособность цепей управления проверять по следующим признакам:

включению и выключению исполнительных механизмов систем наведения по дальности, угловым координатам, частоте;

синхронному и однообразному (по ходу часовой стрелки, против хода часовой стрелки) вращению антенной системы и разверток индикаторных устройств;

исполнению команд управления;

действию ручного и автоматического режима управления исполнительными устройствами;

загоранию соответствующих индикаторных ламп, сигнализирующих об исправности контролируемых цепей, и исполнению команд управления.

После проверки исправности станции по внешним признакам нормальной работы необходимо настроить станцию. Настройка станции заключается в проверке технических требований и доведении их значений до величин, указанных в ИЭ или формуляре на станцию.

12.2. ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Проверке подлежат следующие технические требования:

диапазон и стабильность рабочих частот станции;

мощность излучения;

чувствительность приемного устройства станции;

режим автоматического сопровождения цели по дальности и угловым координатам;

согласование фазы генератора опорных напряжений с фазой сигнала ошибки (фазировка ГОН);

нулевой отсчет дальности;

когерентный режим работы станции;

юстировка антенных систем.

В зависимости от назначения, типа и устройства станции число требований, подлежащих проверке и определяющих ее техническое состояние, может быть увеличено или уменьшено.

12.3. МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Диапазон и стабильность рабочих частот станции должны соответствовать величинам, указанным в формуляре станции. Измерение проводить частотомером (стандартным прибором или встроенным в аппаратуру станции) после установления в передатчике теплового и электрического режимов.

Измерение диапазона и стабильности рабочих частот станции стандартным прибором проводить по методике п. 2.6.4.

Измерение диапазона и стабильности рабочих частот станции частотомером, встроенным в аппаратуру станции, проводить в такой последовательности:

включить станцию;

подготовить частотомер к работе, как указано в ИЭ на станцию;

вращая ручку настройки частотомера, определить состояние резонанса по максимальному показанию индикаторного прибора;

снять показания с лимба частотомера и по градуированному графику (или по таблице) определить рабочую частоту станции.

Проверку проводить во всем диапазоне частот станции.

Причинами ухода частоты сверх допустимой величины могут быть неисправности электровакуумных приборов и других элементов высокочастотных генераторов и питающих устройств, а также нарушение теплообмена вследствие неисправности вентиляторов. Стабильность рабочей частоты проверять в зависимости от возможного изменения нагрузки (в частности, во время вращения элементов антенно-волноводной системы).

Нестабильность частоты в зависимости от изменения нагрузки часто называется затягиванием частоты. Это явление может возникнуть при вращении антенной системы и объясняется неодно-

родностью характеристик вращающихся элементов антенно-волноводной системы в зависимости от их положения при вращении.

Причиной недопустимого затягивания частоты может быть некачественная сборка вращающихся сочленений волноводных линий. Затягивание частоты обнаруживать измерением рабочей частоты при различных положениях антенны. В передатчиках, где установлен ферритовый вентиль, изменение нагрузки практически не влияет на частоту генерируемых колебаний, поэтому указанную проверку делать не следует.

Мощность, излучаемая антенной станции в диапазоне рабочих частот, должна соответствовать величине, указанной в формуляре станции.

Проверять с помощью измерителя мощности (стандартного прибора) или встроенного измерителя мощности.

Для измерения средней (за период) мощности стандартным прибором применять один из двух методов: калориметрический — для измерения больших мощностей (до нескольких мегаватт) и болометрический или термисторный — для измерения малых мощностей (порядка милливатт). При калориметрическом методе измеритель мощности включать на выходе ВЧ тракта согласно ИЭ на станцию, а при болометрическом или термисторном методе, когда передатчик работает на штатную антенно-фидерную систему (или эквивалент антенны), мощность измерять на выходе калиброванного направленного ответвителя.

Методика измерения мощности описана в ИЭ на применяемый прибор.

Проверку с помощью встроенного измерителя мощности проводить, как указано в ИЭ на станцию. При этом необходимо помнить, что градуировка индикаторного прибора встроенного измерителя мощности, как правило, приведена в единицах средней мощности.

Значение импульсной мощности по измеренной средней мощности определять по формуле подразд. 1.6 настоящей части Общего руководства.

Причинами уменьшения мощности может быть изменение режимов питания и параметров магнитных систем передающего устройства, неисправность прибора, генерирующего колебания СВЧ, потери мощности в ВЧ тракте.

Настройку передающего устройства на максимально отдаваемую мощность проводить, как указано в подразд. 1.6 настоящей части Общего руководства. Проверить качество сборки ВЧ тракта.

Чувствительность приемного устройства станции в рабочем диапазоне частот должна быть не хуже величины, указанной в формуляре станции.

Проверку проводить с помощью генератора сигналов или встроенного генератора шума станции.

С помощью генератора сигналов чувствительность станции проверять в такой последовательности:

включить станцию, за исключением высокого напряжения передатчика;

подключить выход генератора сигналов с помощью согласующего переходного устройства к антенно-волноводной системе станции вместо облучателя или к входу приемника (в зависимости от типа станции и методики проверки чувствительности);

подготовить генератор сигналов к работе, как указано в ИЭ данного прибора;

установить максимальное усиление приемного устройства;

перевести станцию в режим ручной подстройки частоты.

Оценка чувствительности станции может быть произведена как в режиме непрерывной генерации, так и в импульсном режиме работы генератора сигналов.

Для измерения чувствительности станции с помощью генератора сигналов, работающего в режиме непрерывной генерации, необходимо:

на выход детектора УПЧ подключить микроамперметр для измерения тока детектора (если отсутствует встроенный прибор);

установить на генераторе сигналов частоту, равную рабочей частоте станции;

аттенюатором генератора сигналов установить уровень сигнала таким, чтобы стрелка микроамперметра (встроенного прибора), измеряющего ток детектора УПЧ, была примерно на середине шкалы;

подстроить частоту генератора сигналов по максимальному показанию прибора тока детектора УПЧ; если стрелка прибора зашкаливает, необходимо уменьшить уровень сигнала генератора;

подстроить элементы высокочастотного тракта станции (антенно-волноводную систему, гетеродин) по максимальному показанию прибора тока детектора УПЧ;

аттенюатором генератора сигналов установить максимальное ослабление сигнала;

измерить микроамперметром ток $I_{ш}$ детектора УПЧ, обусловленный собственными шумами приемного устройства;

установить минимальное усиление приемной системы и измерить начальный ток I_0 детектора УПЧ;

установить максимальное усиление приемной системы;

установить аттенюатором генератора сигналов такую величину выходной мощности, при которой показания прибора тока детектора УПЧ будут в n раз (n указано в ИЭ на станцию) превышать ток $I_{ш}$ детектора, обусловленного собственными шумами приемного устройства, за вычетом начального тока I_0, т. е.

$$I = nI_{ш} - I_0;$$

отсчитать по шкале аттенюатора генератора сигнала величину выходной мощности в децибелах;

к полученной величине выходной мощности прибавить затухание в измерительном кабеле генератора (если он используется) и в согласующем переходном устройстве (примерно 4—6 дБ); полученная суммарная величина выходной мощности генератора сигналов в децибелах характеризует чувствительность станции в режиме непрерывной генерации и должна быть по абсолютному значению не менее величины, указанной в формуляре станции.

Для измерения чувствительности станции с помощью генератора сигналов, работающего в импульсном режиме, необходимо:

подключить осциллограф к контрольной точке видеодетектора или к выходу приемного устройства;

установить максимальное усиление приемной системы;

установить на генераторе сигналов ждущий режим работы, используя для его запуска пусковые импульсы станции или импульсы от генератора импульсов (стандартного прибора);

аттенюатором генератора сигналов установить уровень мощности немного более чувствительности приемного устройства;

подстроить частоту генератора сигналов и элементы высокочастотного тракта (антенно-волноводную систему, гетеродин) приемного устройства по максимальной амплитуде импульса на экране осциллографа (на индикаторе станции должна быть отметка сигнала); при ограничении импульса на экране осциллографа увеличить затухание аттенюатора генератора сигналов;

ввести аттенюатор генератора сигналов (отметка сигнала должна пропасть), а затем плавно вывести до момента появления отметки сигнала на экране индикатора станции;

отсчитать по шкале аттенюатора величину выходной мощности генератора сигналов в децибелах.

Полученное значение выходной мощности характеризует чувствительность станции в импульсном режиме и должно быть по абсолютному значению не менее величины, приведенной в формуляре станции.

С помощью генератора шума станции чувствительность приемного устройства проверять методом сравнения мощности собственных шумов приемного устройства с мощностью шумового генератора станции в такой последовательности:

подготовить генератор шума к работе, как указано в ИЭ станции или генератора шума;

перевести приемное устройство в режим ручной регулировки усиления;

установить волноводный переключатель в такое положение, чтобы приемное устройство оказалось отключенным от антенны и подключенным к шумовому генератору;

установить усиление приемного устройства согласно указаниям ИЭ на станцию и зафиксировать показание микроамперметра, включенного в цепь детектора УПЧ при выключенном генераторе шума;

включить генератор шума и определить суммарные показания микроамперметра в цепи детектора УПЧ;

определить чувствительность приемного устройства (коэффициент шума) по отношению к измеренным токам детектора УПЧ при включенном и выключенном генераторе шума по специальной таблице или графику.

Коэффициент шума должен быть не более величины, указанной в формуляре на станцию.

При заниженной чувствительности станции проверить режимы работы высокочастотных усилителей, исправность диодов в детекторных головках, качество сборки высокочастотного тракта.

В режиме автоматического сопровождения цели станция должна обеспечить надежное сопровождение цели по дальности и угловым координатам.

Проверять в такой последовательности:

включить станцию;

навести антенну станции на цель (местный предмет), дающую насыщенный и устойчивый отраженный сигнал (расстояние до местного предмета указано в ИЭ на конкретную станцию), и перейти на автоматическое сопровождение по дальности и угловым координатам; электрическая ось антенны должна установиться в направлении на местный предмет (электрический визир на индикаторе дальности совмещен с отметкой от местного предмета);

заметить показание шкал дальности и угловых координат;

перейти на ручное сопровождение цели (местного предмета) по угловым координатам и отвести антенну по азимуту или углу места от направления на цель (местный предмет) на величину, указанную в ИЭ;

перейти на автосопровождение цели (местного предмета) по угловым координатам; станция должна после двух-трех колебаний антенны вновь установиться в направлении на цель (местный предмет); если антенна станции совершает непрерывные периодические колебания около направления на цель или наводится на цель вяло, следует провести настройку обратной связи и усилителей мощности системы управления антенной; если антенна станции уходит от направления на цель, необходимо провести балансировку системы управления антенной;

перейти на ручное сопровождение цели по дальности и штурвалом дальности отвести электрический визир в любую сторону от отраженного сигнала на индикаторе дальности на величину, указанную в ИЭ;

перейти на автоматическое сопровождение цели по дальности; при этом после двух-трех колебаний электрический визир на индикаторе дальности должен совместиться с отметкой от местного предмета. Если электрический визир вяло устанавливается на отраженный от цели сигнал или, наоборот, после установки продолжает совершать колебания, необходимо провести регулировку усиления и обратной связи канала автоматического сопровождения по дальности; если электрический визир уходит от отраженного сигнала, необходимо провести балансировку автодальномера.

Фаза генератора опорных напряжений для станций с коничес-

ким обзором пространства должна быть согласована с фазой сигнала ошибки так, чтобы автоматическое сопровождение цели по угловым координатам происходило плавно и без периодических круговых движений перекрестия визира.

Предварительную фазировку ГОН проводить по отдельному местному предмету, дающему на экране индикатора дальности насыщенный и устойчивый отраженный сигнал (расстояние до местного предмета указано в ИЭ на конкретную станцию), в такой последовательности:

включить станцию;

навести антенну, вращая штурвал ручного управления, на местный предмет и определить пеленговое направление (направление равносигнальной зоны) по минимуму сигнала ошибки, наблюдаемого на экране осциллографа, подключенного к выходу блока выделения сигнала ошибки;

отвести антенну от пеленгового направления по азимуту на величину, указанную в ИЭ на станцию;

выключить исполнительные двигатели азимута и угла места;

включить автосопровождение по дальности и угловым координатам;

подключить осциллограф к выходу демодулятора (коммутатора) блока (канала) управления по азимуту; на экране осциллографа должны наблюдаться осциллограммы, вид которых приведен в ИЭ на станцию (сдвиг фазы опорного напряжения и фазы сигнала ошибки на осциллограммах равен 0 или 180°);

подключить осциллограф к выходу демодулятора (коммутатора) блока (канала) управления по углу места, на экране осциллографа должна наблюдаться осциллограмма, приведенная в ИЭ на станцию (сдвиг фазы опорного напряжения и фазы сигнала ошибки равен 90°); при необходимости указанную форму осциллограмм на выходе демодуляторов получают путем поворота статора ГОН;

перевести станцию в режим ручного управления по дальности и угловым координатам;

отвести штурвалом ручного управления антенну по азимуту и углу места на величину, указанную в ИЭ на станцию;

включить автоматическое сопровождение по дальности и угловым координатам; антенна должна после 2—3 колебаний захватить цель, т. е. установиться в пеленговом направлении. Если антенну выбрасывает от пеленгового направления, необходимо провести точное согласование фазы ГОН с фазой сигнала ошибки согласно указаниям ИЭ на станцию.

Окончательную фазировку ГОН проводить при автосопровождении одиночной воздушной цели в такой последовательности:

штурвалом ручного управления навести антенну на цель и перейти на автоматическое сопровождение цели по дальности и угловым координатам;

наблюдая в оптический визир за целью, убедиться, что сопровождение цели происходит плавно и точно (без периодических круговых движений перекрестия визира).

В случае периодического кругового движения антенны (перекрестия визира) относительно направления на цель изменением в небольших пределах положения статора ГОН добиться плавного и точного сопровождения одиночной цели.

Проверку установки нулевого отсчета дальности проводить по фронту прямого (зондирующего) импульса передатчика. Неточность установки нулевого отсчета дальности вызывает систематическую ошибку в измерении дальности.

Проверку проводить в такой последовательности:

перевести станцию в режим ручного сопровождения по дальности и угловым координатам;

вращая штурвал дальности, совместить электрический визир с началом переднего фронта прямого импульса передатчика;

прочесть показания на шкалах механизма дальности и сравнить их с величиной, указанной в формуляре станций, учтя нелинейность визира (ошибку фазовращателя) в данной точке.

Если вычисленное значение дальности отличается от данных, записанных в формуляре станции, регулировкой установки нулевого отсчета дальности добиться нужного показания шкал.

Проверку когерентного режима работы станции проводить по местным предметам в такой последовательности:

установить ручной режим сопровождения цели по дальности и угловым координатам;

штурвалом ручного управления навести антенну на отдельный местный предмет или на ряд местных предметов, дающих насыщенный и устойчивый отраженный сигнал (расстояние до местного предмета указано в ИЭ на конкретную станцию);

установить в станции режим селекции подвижных целей (подавление пассивных помех);

выключить схему компенсации ветра (если такая имеется).

Нескомпенсированная часть сигнала от местного предмета на экране индикатора дальности при нормально установленных шумах не должна превышать величины, указанной в эксплуатационной документации станции. В случае превышения этой величины проверить наличие фазирующего импульса на входе когерентного гетеродина, а также стабильность частоты местного и когерентного гетеродинов.

Включить схему компенсации ветра и проверить ее работу. При вращении ручки компенсации ветра сигналы на экране индикатора дальности изменяются по величине и при нулевом положении шкалы компенсации ветра должны быть скомпенсированы.

Для станций, в которых имеется устройство, имитирующее местные предметы, проверку системы защиты от пассивных помех можно проверить с его помощью по методике, изложенной в ИЭ на станцию.

Антенная система должна быть съюстирована с точностью, указанной в ИЭ или формуляре на станцию.

Юстировка антенных систем может проводиться тремя способами: согласованием механической, оптической и электрической

осей (для станций автосопровождения), изменением положения облучателя относительно зеркала антенны (для радиовысотомеров) и изменением положения отражателя (для станций обнаружения).

Юстировку антенных систем проводить с помощью приспособлений, находящихся в одиночном или групповом комплектах ЗИП станции.

Согласование механической, оптической и электрической осей станции проводить в строго определенной последовательности. Сначала согласовать оптическую и механическую оси антенны, после чего провести согласование оптической и электрической осей антенны. Согласование механической и оптической осей антенной системы заключается в установке оптической оси визира станции перпендикулярно оси вращения антенны по углу места. Проверку согласования проводить по местному предмету, удаленному от станции на расстояние, указанное в ИЭ, или юстировочному щиту, на котором нанесены две вертикальные линии с расстоянием между ними, равным расстоянию между центрами объективов оптического визира и технологической оптической трубки. Юстировочный щит устанавливается от станции на расстоянии, указанном в ИЭ.

Согласование проводить в такой последовательности:

установить на корпус механизма угла места специальный диск так, чтобы его контрольная плоскость была перпендикулярна оси вращения по углу места;

закрепить на диске технологическую оптическую трубку так, чтобы ее оптическая ось была параллельна плоскости диска;

поворотом антенной колонки по азимуту навести антенну на местный предмет так, чтобы выбранная вертикальная линия местного предмета (крайняя со стороны оптической трубки вертикальная линия щита) совпала с центральной вертикальной линией оптической трубки; эта же выбранная вертикальная линия местного предмета (вторая вертикальная линия щита) должна совместиться с вертикальной линией перекрестия визира станции; если такого совпадения нет, то добиться его поворотом по азимуту в небольших пределах оптического визира станции.

Проверка согласования оптической оси визира станции и электрической оси антенны заключается в установке оптической оси визира параллельно электрической оси антенны и проводится по летящему с медленно изменяющимися угловыми координатами самолету или по шару-пилоту с подвешенным к нему уголковым или сферическим отражателем. Станция работает в режиме автосопровождения. Сопровождаемая цель должна быть видна в поле зрения визира станции и совершать колебательные движения вокруг центра перекрестия визира. При этом центр колебаний цели по азимуту и по углу места не должен отстоять от центра перекрестия визира станции более чем на величину, указанную в ИЭ (допускаются отдельные случайные выбросы). При отклонении цели от горизонтальной линии перекрестия визира поворотом оп-

тического визира по углу места в небольших пределах добиться их совмещения.

Согласование электрической и оптической осей станции в случае применения встроенного телевизионно-оптического визира (ТОВ) проводить с помощью юстировочной аппаратуры (с мишенью для ТОВ), установленной от станции на расстояние, указанное в ИЭ. Станция работает в режиме автоматического сопровождения цели без включения высокого напряжения передатчика. При взятии контрольного сигнала юстировочной аппаратуры на автоматическое сопровождение изображение перекрестия мишени ТОВ должно совпадать с перекрестием видеоприемного устройства станции. При этом отклонение допускается не более указанного в ИЭ. В случае отклонения больше допустимого провести подстройку телевизионно-оптической головки ТОВ путем ее перемещения винтом крепления.

Юстировку антенной системы изменением положения облучателя относительно зеркала антенны проводить в такой последовательности:

установить и закрепить на облучателе специальную юстировочную мишень;

установить в отверстие в центре зеркала антенны и отгоризонтировать юстировочный столик и закрепить на нем оптический визир (например, трубку холодной пристрелки);

проверить, наблюдая в окуляр трубки холодной пристрелки (ТХП), совмещение перекрестия ТХП и мишени.

Совмещение перекрестия в поле зрения трубки ТХП с перекрестием, нанесенным на мишени, должно выдерживаться в пределах, указанных в ИЭ или формуляре на станцию. В случае отклонения положения облучателя от допустимого юстировку проводить изменением длины тяг, с помощью которых облучатель крепится к зеркалу антенны.

Юстировка антенных систем путем изменения положения отражателей слагается: из установки продольных осей нижнего и верхнего отражателей в горизонтальное положение и установки параллельности продольных осей нижнего и верхнего отражателей.

Установку продольной оси нижнего отражателя в горизонтальное положение проводить в следующем порядке:

перед нижним отражателем в произвольном месте, из которого видны реперные точки P_1 и P' (рис. 209), установить и отгоризонтировать теодолит;

навести визирную трубку теодолита на верхнюю реперную точку P_1 отражателя;

развернуть визирную трубку теодолита в вертикальной плоскости таким образом, чтобы была видна нижняя точка P'; если нижняя точа P' видна справа от вертикальной линии на оптике теодолита, то правая сторона отражателя должна быть поднята (так как в теодолите видно обратное изображение); если точка P' видна слева, то правую сторону отражателя следует опустить.

Установку продольной оси верхнего отражателя в горизонтальное положение проводить в следующем порядке:

перед отражателем установить и отгоризонтировать теодолит в месте, равноудаленном от бо́ковых реперных точек верхнего от-

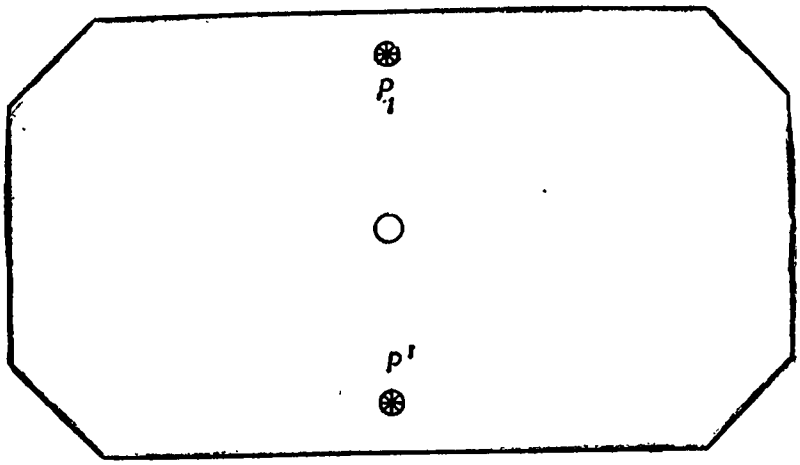


Рис. 209. Схема расположения реперных точек на нижнем отражателе

ражателя; правильность расположения теодолита проверять по равенству углов α и β в горизонтальной плоскости (рис. 210): α — угол между направлениями на левую реперную точку *S*, нанесен-

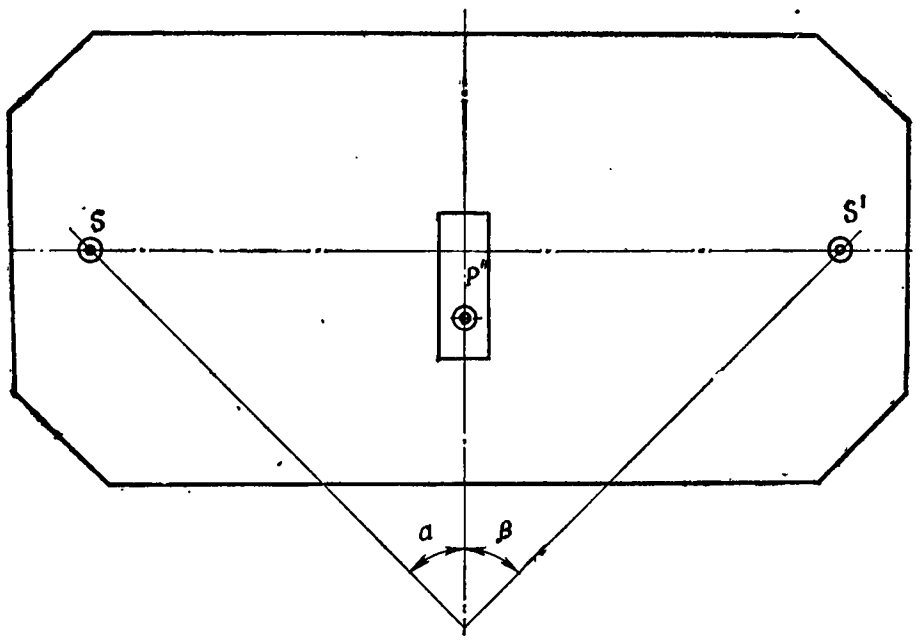


Рис. 210. Схема расположения реперных точек на верхнем отражателе

ную на верхнем отражателе, и на реперную точку, нанесенную на блоке облучателей *P''*; β — угол между направлениями на реперную точку *P''* и на правую реперную точку, нанесенную на верхнем отражателе *S'*;

навести визирную трубку теодолита на левую реперную точку верхнего отражателя S и совместить ее с горизонтальной линией на оптике теодолита;

развернуть визирную трубку теодолита в горизонтальной плоскости таким образом, чтобы была видна правая реперная точка S'.

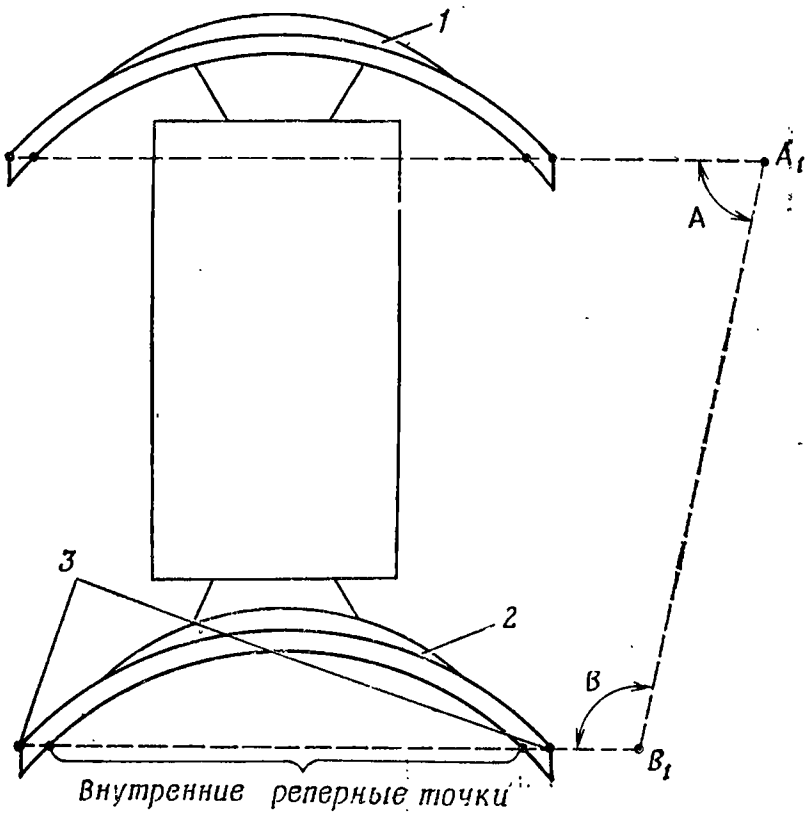


Рис. 211. Расположение реперных точек на приемо-передающей кабине:

1 — верхний отражатель; *2* — нижний отражатель; *3* — наружные реперные точки

Если правая реперная точка видна выше горизонтальной линии на оптике теодолита, то правая сторона отражателя должна быть поднята до совпадения правой реперной точки с горизонтальной линией теодолита.

Если правая реперная точка видна ниже горизонтальной линии теодолита, то правая сторона отражателя должна быть опущена до совпадения правой реперной точки с горизонтальной линией теодолита.

Установку параллельности продольных осей нижнего и верхнего отражателей проводить в следующем порядке:

установить и отгоризонтировать теодолит в месте, находящемся строго в створе реперных точек верхнего отражателя напротив левой (считая по ходу движения) стенки кабины (рис. 211);

с помощью отвеса, имеющегося на теодолите, зафиксировать точку стояния теодолита (точка A_1);

установить и отгоризонтировать теодолит в месте, находящемся строго в створе реперных точек нижнего отражателя напротив левой (считая по ходу движения) стенки кабины;

с помощью отвеса, имеющегося на теодолите, зафиксировать точку стояния теодолита (точка B_1);

из точки стояния теодолита B_1 измерить угол B в горизонтальной плоскости между направлениями на реперные точки нижнего отражателя и на точку стояния теодолита A_1;

установить и отгоризонтировать теодолит в точке A_1;

из точки стояния теодолита A_1 измерить угол A в горизонтальной плоскости между направлениями на точку стояния теодолита B_1 и на реперные точки верхнего отражателя.

Параллельность продольных осей отражателей считается обеспеченной, если сумма углов A и B равна 180°.

КЛАССИФИКАЦИЯ РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Все электронные радиоизмерительные приборы разделяются по характеру измерений и виду измеряемых величин на подгруппы, которым присваивается буквенное обозначение.

Приборы подгрупп разделяются по признакам основной выполняемой функции на виды, которым присваивается буквенно-цифровое обозначение, состоящее из обозначения подгруппы и номера вида.

Подгруппа А. Приборы для измерения силы тока:

A1 — установки или приборы для поверки амперметров;
A2 — амперметры постоянного тока.
A3 — амперметры переменного тока;
A7 — амперметры универсальные;
A9 — преобразователи тока.

Подгруппа В. Приборы для измерения напряжения:

B1 — установки или приборы для поверки вольтметров;
B2 — вольтметры постоянного тока;
B3 — вольтметры переменного тока;
B4 — вольтметры импульсного тока;
B5 — вольтметры фазочувствительные (векторметры);
B6 — вольтметры селективные;
B7 — вольтметры универсальные;
B8 — измерители отношения напряжения и (или) разности напряжений, измерители нестабильности напряжений;
B9 — преобразователи напряжений.

Подгруппа Е. Приборы для измерения параметров компонентов и цепей с сосредоточенными постоянными:

E1 — установки или приборы для поверки измерителей;
E2 — измерители полных сопротивлений и (или) полных проводимостей;
E3 — измерители индуктивности;
E4 — измерители добротности;
E6 — измерители сопротивлений;
E7 — измерители параметров универсальные;
E8 — измерители емкостей;
E9 — преобразователи параметров компонентов и цепей.

Подгруппа М. Приборы для измерения мощности:

M1 — установки или приборы для поверки ваттметров;
M2 — ваттметры проходящей мощности;
M3 — ваттметры поглощаемой мощности;
M5 — преобразователи приемные (головки) ваттметров.

Подгруппа Р. Приборы для измерения параметров элементов и трактов с распределенными постоянными:

Р1 — линии измерительные;
Р2 — измерители коэффициента стоячей волны;
Р3 — измерители полных сопротивлений;
Р4 — измерители комплексных коэффициентов передач;
Р5 — измерители параметров линий передач;
Р6 — измерители добротности;
Р9 — преобразователи параметров.

Подгруппа Ч. Приборы для измерения частоты и времени:

Ч1 — стандарты частоты и времени;
Ч2 — частотомеры резонансные;
Ч3 — частотомеры электронно-счетные;
Ч4 — частотомеры гетеродинные, емкостные, мостовые;
Ч5 — синхронизаторы частоты, преобразователи частоты сигнала;
Ч6 — синхронизаторы частот, делители и умножители частоты;
Ч7 — приемники сигналов эталонных частот и сигналов времени, компараторы частотные, фазовые, временные, синхронометры;
Ч9 — преобразователи частоты.

Подгруппа Ф. Приборы для измерения разности фаз и группового времени запаздывания:

Ф1 — установки или приборы для поверки измерителей разности фаз и группового времени запаздывания;
Ф2 — измерители разности фаз;
Ф3 — фазовращатели измерительные;
Ф4 — измерители группового времени запаздывания.

Подгруппа С. Приборы для наблюдения измерения и исследования формы сигнала и спектра:

С1 — осциллографы универсальные;
С2 — измерители коэффициента амплитудной модуляции (модулометры);
С3 — измерители девиации частоты (девиометры);
С4 — анализаторы спектра;
С6 — измерители нелинейных искажений;
С7 — осциллографы скоростные стробоскопические;
С8 — осциллографы запоминающие;
С9 — осциллографы специальные.

Подгруппа Х. Приборы для наблюдения и исследования характеристик радиоустройств:

Х1 — приборы для исследования амплитудно-частотных характеристик;
Х2 — приборы для исследования переходных характеристик;
Х3 — приборы для исследования фазочастотных характеристик;
Х4 — приборы для исследования амплитудных характеристик;
Х5 — измерители коэффициента шума;
Х6 — приборы для исследования корелляционных характеристик;
Х8 — установки или приборы для поверки измерителей характеристик радиоустройств.

Подгруппа И. Приборы для импульсных измерений:

И1 — установки или приборы для поверки приборов для импульсных измерений;
И2 — измерители временных интервалов;
И3 — счетчики числа импульсов;
И4 — измерители параметров импульсов;
И9 — преобразователи импульсных сигналов.

Подгруппа П. Приборы для импульсных измерений:

П1 — установки (приборы) для поверки приборов для измерения напряженности поля и радиопомех;
П2 — индикаторы поля;
П3 — измерители напряженности поля;
П4 — измерители радиопомех;
П5 — приемники измерительные;
П6 — антенны измерительные;
П7 — измерители параметров антенн.

Подгруппа У. Усилители измерительные:

У2 — усилители селективные;
У3 — усилители высокочастотные;
У4 — усилители низкочастотные;
У5 — усилители напряжения постоянного тока;
У7 — усилители универсальные.

Подгруппа Г. Генераторы измерительные:

Г1 — установки для поверки измерительных генераторов;
Г2 — генераторы шумовых сигналов;
Г3 — генераторы сигналов низкочастотные;
Г4 — генераторы сигналов высокочастотные;
Г5 — генераторы импульсов;
Г6 — генераторы сигналов специальной формы;
Г8 — генераторы качающейся частоты (свипгенераторы).

Подгруппа Д. Аттенюаторы и приборы для измерения ослабления:

Д1 — установки или приборы для поверки аттенюаторов и приборов для измерения ослаблений;
Д2 — аттенюаторы резисторные и емкостные;
Д3 — аттенюаторы поляризационные;
Д4 — аттенюаторы предельные;
Д5 — аттенюаторы поглощающие;
Д6 — аттенюаторы электрические управляемые;
Д8 — измерители ослаблений.

Подгруппа К. Комплексные измерительные установки:

К2 — установки измерительные комплексные;
К3 — установки измерительные комплексные автоматизированные;
К4 — приборы (блоки) комплексных измерительных установок;
К5 — приборы (блоки) комплексных автоматизированных измерительных установок.

Подгруппа Л. Приборы общего применения для измерения параметров электронных ламп и полупроводниковых приборов:

Л2 — измерители параметров (характеристик) полупроводниковых приборов;
Л3 — измерители параметров (характеристик) электронных ламп;
Л4 — измерители шумовых параметров полупроводниковых приборов.

Подгруппа Ш. Приборы для измерения электрических и магнитных свойств материалов:

Ш1 — измерители электрических и магнитных свойств материалов на низких частотах;
Ш2 — измерители электрических и магнитных свойств материалов на высоких частотах.

Подгруппа Я. Блоки радиоизмерительных приборов

Подгруппа Э. Измерительные устройства коаксиальных и волноводных трактов

Подгруппа Б. Источники питания для измерений и радиоизмерительных приборов:

Б2 — источники переменного тока;
Б4 — источники калиброванного напряжения и тока;
Б5 — источники постоянного тока;
Б6 — источники с регулируемыми параметрами;
Б7 — источники постоянного и переменного тока универсальные.

ТРЕБОВАНИЯ К ЭКРАНИРОВАНИЮ ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ НАСТРОЙКИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УСТРОЙСТВ

Экранированные помещения служат для защиты настраиваемых высокочастотных устройств и приборов, используемых при их настройке, от влияния внешних электромагнитных полей и исключения излучения передающими устройствами высокочастотной энергии в пространство.

Электромагнитные поля проникают в помещение сквозь толщу стен, через отверстия и щели в стенах, а также по проводам электропитания.

Экранирование помещения осуществляется покрытием стен, потолка, пола и дверей сплошными металлическими листами или металлическими сетками. Для увеличения эффективности экран может изготавливаться двойным.

Наилучшее экранирование обеспечивает экран, изготовленный из сплошных металлических листов. При малой толщине листа и низкой радиочастоте эффективность экранирования стали ниже, чем меди и алюминия, а при большой толщине листа и высокой радиочастоте — больше. В диапазоне частот войсковых радиолокационных станций достаточно хорошее экранирование обеспечивает листовая сталь любой марки толщиной не менее 0,5 мм. В ремонтных органах экран из такой стали следует делать однослойным.

При изготовлении экрана листы стали накладываются внахлест и соединяются между собой пайкой или сваркой сплошным или точечным швом. Шаг точечного шва не должен превышать четверти длины волны $\left(\frac{\lambda}{4}\right)$, на которую настраивается высокочастотная аппаратура в данном помещении. Для обеспечения хорошего электрического контакта между отдельными листами и удобства пайки рекомендуется применять оцинкованное или луженое железо.

Эффективность сетчатого экрана ниже, чем экрана, выполненного из сплошного листа. Поэтому сетчатые экраны, как правило, изготавливаются двойными из латунной или стальной сетки. Толщина проволоки, из которой изготовлена сетка, должна быть не менее 0,2 мм, а размеры ячеек сетки не должны превышать $\frac{\lambda}{4}$. Расстояние между слоями сетки должно быть не менее $\frac{\lambda}{2}$.

Между листами сетки должен быть обеспечен надежный электрический контакт пайкой с шагом не более $\frac{\lambda}{4}$.

Дверной проем должен иметь контакт с экраном двери по всему периметру непрерывно или с шагом не более $\frac{\lambda}{4}$. Для обеспечения контакта рекомендуется использовать пружинные пластины из фосфористой бронзы.

Окна экранированного помещения закрываются двумя слоями сетки или на время настройки аппаратуры съемными щитами из листового железа. Контакт экрана окна с экраном стен должен удовлетворять тем же требованиям, что и для двери.

При установке вентилятора вентиляционные отверстия закрываются сеткой на входе и выходе. При этом следует учитывать, что густая сетка значительно ослабляет поток воздуха. Если настройка аппаратуры, требующая экранирования, производится непродолжительное время, то можно сетки не ставить, а на время настройки выключать вентилятор и вентиляционное отверстие закрывать заглушкой из листового железа.

Напряжение питания аппаратуры вводится в экранированное помещение через сетевые фильтры, которые рекомендуется устанавливать снаружи непосредственно у места ввода проводов в помещение. При выборе фильтров надо руководствоваться их электрическими характеристиками, приведенными в табл. 1.

Размеры, масса фильтров и номинальные величины их элементов приведены в табл. 2.

Болты, заклепки и другие детали, проходящие сквозь стенки экранированного помещения, должны иметь надежный контакт с экраном.

Для экранированных помещений, в которых настраиваются передающие устройства в целях обеспечения скрытости частот, необходимо предусмотреть блокировку, снимающую высокое напряжение при открывании входной двери.

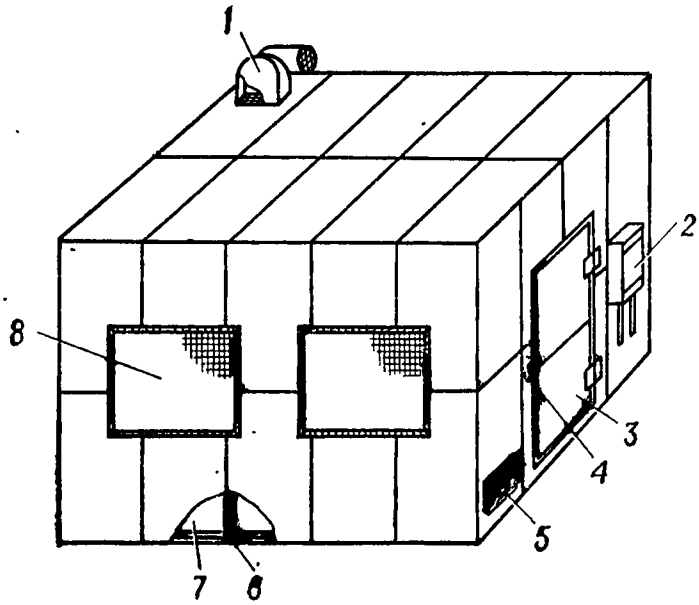


Рис. 1. Типовая экранированная комната:

1 — вытяжная вентиляция; *2* — сетевые фильтры; *3* — экранированная дверь; *4* — зажимной замок; *5* — приточная вентиляция; *6* — каркас; *7* — внутренняя обшивка; *8* — экранированное окно

Внешний вид типовой экранированной комнаты показан на рис. 1.

Пол и стены помещения по правилам техники безопасности должны быть покрыты внутри изоляционным материалом. Экранированное помещение необходимо заземлить; заземляющая шина соединяется снаружи с экраном у места установки фильтров. Сечение шины заземления должно быть не менее 20 мм².

Таблица 1

Электрические характеристики сетевых фильтров

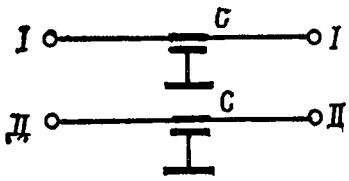
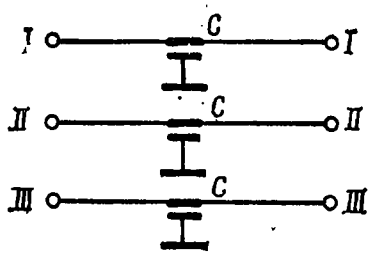
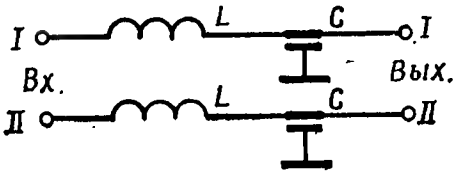
Тип фильтра	Электрическая схема	Рабочее напряжение, В		Сила тока, А	Частоты, выше которых гарантируется эффективность подавления помех ЭФ-100, МГц
		постоянное	переменное		
ФЕ-20-127		250	127	20	7
ФЕ-70-50Д		110	50	70	14
ФЕ-70-220		500	220	70	7
ФЕ-70-220Д		500	220	70	7
ФЕ-70-380Т		1000	380	70	7
ФИЕ-4-220		500	220	4	5
ФИЕ-10-220		500	220	10	3,5

Таблица 2

Основные данные сетевых фильтров

Тип фильтра	Габаритные размеры, мм			Масса, кг		Проходные отверстия для кабеля		Емкость проходного конденсатора, мкФ	Индуктивность дросселя на $f=1000$ Гц, мкГн
	длина	ширина	высота	в стальном корпусе	в латунном корпусе	количество	наибольший диаметр, мм		
ФЕ-20-127	194	95	98	1,6	1,7	1	16	0,5	—
ФЕ-70-50Д	218	124	105	1,9	2,0	2	16	0,25	—
ФЕ-70-220	214	124	115	2,6	2,7	1	28	0,5	—
ФЕ-70-220Д	218	124	115	2,7	2,8	2	16	0,5	—
ФЕ-70-380Т	214	170	115	2,9	3,0	1	28	0,5	—
ФИЕ-4-220	194	95	98	1,7	2,0	1	16	0,25	300 (с железным сердечником)
ФИЕ-10-220	214	170	115	3,4	3,7	1	16	1,0	150 (без сердечника)

Значения тригонометрических функций tg α для углов α от 0 до 6° через 1′

Угловая величина, мин	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°
0	0,00000	0,01746	0,03492	0,05241	0,06993	0,08749	0,10510
1	00029	01775	03521	05270	07022	08778	10540
2	00058	01804	03550	05299	07051	08807	10569
3	00087	01833	03579	05328	07080	08837	10599
4	00116	01862	03609	05357	07110	08866	10628
5	00145	01891	03638	05387	07139	08895	10657
6	00175	01920	03667	05416	07168	08925	10687
7	00204	01949	03696	05445	07197	08954	10716
8	00233	01978	03725	05474	07227	08983	10746
9	00262	02007	03754	05503	07256	09013	10775
10	0,00291	0,02036	0,03783	0,05533	0,07285	0,09042	0,10805
11	0,00320	0,02066	0,03812	0,05562	0,07314	0,09071	0,10834
12	00349	02095	03842	05591	07344	09101	10863
13	00378	02124	03871	05620	07373	09130	10893
14	00407	02153	03900	05649	07402	09159	10922
15	00436	02182	03929	05678	07431	09189	10952
16	00465	02211	03958	05708	07461	09218	10981
17	00495	02240	03987	05737	07490	09247	11011
18	00524	02269	04016	05766	07519	09277	11040
19	00553	02298	04046	05795	07548	09306	11070
20	0,00582	0,02328	0,04075	0,05824	0,07578	0,09335	0,11099
21	0,00611	0,02357	0,04104	0,05854	0,07607	0,09365	0,11128
22	00640	02386	04133	05883	07636	09394	11158
23	00669	02415	04162	05912	07665	09423	11187
24	00698	02444	04191	05941	07695	09453	11217
25	00727	02473	04220	05970	07724	09482	11246
26	00756	02502	04250	05999	07753	09511	11276
27	00785	02531	04279	06029	07782	09541	11305
28	00815	02560	04308	06058	07812	09570	11335
29	00844	02589	04337	06087	07841	09600	11364
30	0,00873	0,02619	0,04366	0,06116	0,07870	0,09629	0,11394
31	0,00902	0,02648	0,04395	0,06145	0,07899	0,09658	0,11423
32	00931	02677	04424	06175	07929	09688	11452
33	00960	02706	04454	06204	07958	09717	11482
34	00989	02735	04483	06233	07987	09746	11511
35	01018	02764	04512	06262	08017	09776	11541
36	01047	02793	04541	06291	08046	09805	11570
37	01076	02822	04570	06321	08075	09834	11600
38	01105	02851	04599	06350	08104	09864	11629
39	01135	02881	04628	06379	08134	09893	11659
40	0,01164	0,02910	0,04658	0,06408	0,08163	0,09923	0,11688

Окончание

Угловая величина, мин	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°
41	0,01193	0,02939	0,04687	0,06438	0,08192	0,09952	0,11718
42	01222	02968	04716	06467	08221	09981	11747
43	01251	02997	04745	06496	08251	10011	11777
44	01280	03026	04774	06525	08280	10040	11806
45	01309	03055	04803	06554	08309	10069	11836
46	01338	03084	04833	06584	08339	10099	11865
47	01367	03114	04862	06613	08368	10128	11895
48	01396	03143	04891	06642	08397	10158	11924
49	01425	03172	04920	06671	08427	10187	11954
50	0,01455	0,03201	0,04949	0,06700	0,08456	0,10216	0,11983
51	0,01484	0,03230	0,04978	0,06730	0,08485	0,10246	0,12013
52	01513	03259	05007	06759	08514	10275	12042
53	01542	03288	05037	06788	08544	10305	12072
54	01571	03317	05066	06817	08573	10334	12101
55	01600	03346	05095	06847	08602	10363	12131
56	01629	03376	05124	06876	08632	10393	12160
57	01658	03405	05153	06905	08661	10422	12219
58	01687	03434	05182	06934	08690	10452	12249
59	01716	03463	05212	06963	08720	10481	0,12278
60	0,01746	0,03492	0,05241	0,06993	0,08749	0,10510	

Перечень специального оборудования и приспособлений для ремонта РТВ

Наименование	Ссылка в тексте	
	подраздел, пункт	номер рисунка
Клиновое приспособление для правки волноводов	4.3	86
Приспособление для правки волноводов вытягиванием вмятин	4.3.2	87
Приспособление (оправка) для правки коаксиальных и круглых волноводов	4.3.3	88
Пыж	4.3.4	89
Штатив для крепления индикатора	10.3	183
Винт	10.3	183, 188
Микрометрический винт	10.3	183, 188
Пружина	10.3	183, 188
Кронштейн	10.3	183, 188
Рычаг	10.3	183, 188
Шкив	10.3	185
Шкала	10.3	185
Индекс	10.3	185
Маховик	10.3	185
Шкив	10.3	186
Шкала	10.3	186
Рычаг	10.3	186
Индекс (стрелка)	10.3	186
Приспособление для крепления уровня	10.3	188
Приспособление для снятия карданных валиков	10.4	206

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
1. Общие указания по текущему ремонту радиотехнического вооружения	5
1.1. Общие положения	—
1.2. Указания по сборке схем проверок	7
1.3. Требования к средствам измерений	—
1.4. Измерение напряжений	9
1.5. Измерение токов	16
1.6. Измерение мощности высокочастотных колебаний	19
1.7. Относительная оценка усиления (ослабления) и мощности	20
1.8. Измерение сопротивления изоляции и сопротивления цепей блоков	23
1.9. Измерение параметров импульсов	24
1.10. Способы регулировки напряжения	50
2. Передающие системы (устройства)	56
2.1. Общие указания	—
2.2. Подмодуляторы	59
2.3. Ламповые импульсные модуляторы	64
2.4. Импульсные модуляторы на водородных тиратронах	69
2.5. Магнитные импульсные модуляторы	73
2.6. Передающее устройство с генератором на металлокерамических лампах	77
2.7. Передающее устройство с импульсным генератором на магнетроне	81
2.8. Передающее устройство с усилителями на лампах бегущей волны	85
2.9. Передающее устройство с усилителями на амплитронах	90
2.10. Устройства защиты, контроля и управления передающих систем	97
3. Приемные устройства	101
3.1. Общие указания	—
3.2. Видеоусилители	—
3.3. Усилители промежуточной частоты	109
3.4. Усилители высокой частоты	114
3.5. Гетеродины приемных устройств дециметрового диапазона	119
3.6. Гетеродины приемных устройств сантиметрового и миллиметрового диапазонов	120
3.7. Схема автоматической подстройки частоты клистронного гетеродина	125
3.8. Проверка приемных устройств в собранном виде	131
4. Антенно-волноводные системы (устройства)	137
4.1. Общие указания	—
4.2. Характерные неисправности высокочастотных сборочных единиц и способы их устранения	138

Стр.

4.3. Приспособления, применяемые при ремонте высокочастотных сборочных единиц АВС 143
4.4. Проверяемые технические требования к АВС в сборе 149
4.5. Методика проверки технических требований 150

5. Индикаторные устройства 151

5.1. Общие указания . . . . . —
5.2. Индикатор дальности с линейной разверткой . . . . . —
5.3. Индикатор дальности с кольцевой разверткой 163
5.4. Индикатор кругового обзора 170
5.5. Индикатор «Азимут — дальность» с прямоугольной системой координат 178
5.6. Индикатор высоты 184
5.7. Индикатор «Дальность — дирекционный угол» с секторным растром 191
5.8. Индикатор «Дальность — дирекционный угол» с прямоугольным растром 198
5.9. Индикатор с частотной разверткой 203

6. Системы вторичного питания (источники питания) 208

6.1. Общие указания . . . . . —
6.2. Выпрямительные устройства 210
6.3. Электронные и полупроводниковые стабилизаторы напряжения 212
6.4. Фильтры в цепях выпрямителей переменного тока 224
6.5. Феррорезонансные стабилизаторы 226
6.6. Регуляторы напряжения 229
6.7. Преобразователи напряжения 231

7. Синхронно-следящие системы и системы управления антенной . . . 234

7.1. Общие указания . . . . . —
7.2 Системы силовой синхронной связи 235
7.3. Системы управления антенной 244

8. Системы защиты от активных помех 251

8.1. Общие указания . . . . . —
8.2. Система защиты с автоматической и ручной перестройкой частоты 252
8.3. Система защиты от несинхронных импульсных помех 259

9. Системы защиты от пассивных помех 271

9.1. Общие указания . . . . . —
9.2. Когерентно-компенсационная система защиты на потенциалоскопе —
9.3. Когерентно-компенсационная система защиты на ультразвуковой линии задержки 289

10. Электромеханические узлы и блоки 300

10.1. Общие указания . . . . . —
10.2. Проверяемые технические требования 303
10.3. Методика проверки технических требований 304
10.4. Влияние износа и несоосности деталей на мертвый ход 318

11. Телевизионно-оптические визиры 328

11.1. Общие указания . . . . . —
11.2. Методы обнаружения неисправностей 330
11.3. Телевизионная камера . . . . . —
11.4. Промежуточный блок 332
11.5. Видеоприемное устройство (ВПУ) 334
11.6. Проверка телевизионно-оптического визира в сборе 335

Стр.

12. Комплексная проверка и настройка станций 336

12.1. Общие указания . . . . . —
12.2. Проверяемые технические требования 340
12.3. Методика проверки технических требований . . . . . —

Приложения:

1. Классификация радиоизмерительных приборов 352
2. Диаграмма частотных диапазонов радиоизмерительных приборов . . . Вкл
3. Требования к экранированию помещения для настройки высокочастотных устройств 356
4. Значения тригонометрических функций $\mathrm{tg}\,\alpha$ для углов α от 0 до 6° через 1′ 359
5. Перечень специального оборудования и приспособлений для ремонта РТВ 361

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО ПО РЕМОНТУ
РАКЕТНО-АРТИЛЛЕРИЙСКОГО
ВООРУЖЕНИЯ
Часть 2

Редактор *А. Д. Вавилов*
Технический редактор *Е. В. Дмитриева*
Корректор *В. Е. Посохина*

Сдано в набор 14.4.82. Подписано в печать 23.7.82.
Формат 60×90/16. Печ. л. 23. Усл. печ. л. 23 + 1 вкл. 1½ печ. л., 1,5 усл. печ. л.
Усл. кр.-отт. 23,75. Уч.-изд. л. 24,77
Изд. № 5/7932 *Бесплатно* Зак. 4249